



**FACULDADE DE DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE DO PORTO**

## **ANALISIS DE AGREGACION FAMILIAR DE LA EXCELENCIA DEPORTIVA EN ATLETAS COLOMBIANOS DE ALTO RENDIMIENTO**

Tesis apresentada com vista à obtenção do grau de Mestre em Ciências do Desporto na área do Desporto para Crianças e Jovens (Decreto Lei nº 24/2006, 24 de Março).

**Orientador:** Professor Doutor José António Ribeiro Maia

**Luis Carlos Muñoz Castro**

Porto, 2018

Muñoz, L. (2018), *Análisis de agregación familiar de la excelencia deportiva en atletas colombianos de alto rendimiento deportivo*. Porto: L.C Muñoz. Tesis de Maestría en Deporte para niños y jóvenes presentada a la Facultad de Deporte de la Universidad de Porto.

PALABRAS CLAVE: GENÉTICA, DEPORTE, AGREGACIÓN FAMILIAR, PEDIGRIS, ALTO RENDIMIENTO.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi madre, esa luz de vida que ha iluminado e iluminará siempre  
mis pasos; a toda mi familia y amigos.



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Profesor Doctor José Antonio Maia, quien me ha trazado una meta alta, pero inmensamente satisfactoria en mi formación profesional y personal; con su desafío me abrió las puertas a una realidad más amplia y profunda en el conocimiento de la ciencia, del deporte, de los deportistas y de la historia viva de mi país. Su apoyo y paciencia incondicional me fortalecieron en los momentos en que más lo necesité, gracias profesor!

Agradezco a todo el personal de la Facultad, compañeros, profesores, empleados, en todos siempre el cariño y la delicadeza, el respeto, una sonrisa y una palabra amiga, un lenguaje más allá del idioma y la cultura, a todo el personal de la biblioteca de la Facultad, agradezco haberlos conocido.

A todos aquellos que me apoyaron en la búsqueda de la información, deportistas, amigos, dirigentes, en especial a la metodóloga y amiga Aura María Valderrama, al Instituto de Deportes del Valle – Indervalle, por facilitarme el acceso a sus instalaciones, por su apoyo y amistad, a todos y cada uno de los deportistas del *deportel* en Cali, con quienes tuve el privilegio de convivir por un período muy placentero en mi vida profesional y personal.

Agradezco también a todos y cada uno de los entrenadores y deportistas de la unidad deportiva El Salitre en la ciudad de Bogotá, a la unidad Biomédica del centro de alto rendimiento, a los entrenadores de las ligas de patinaje, pesas, esgrima, karate, boxeo, ciclismo, judo, atletismo, a los atletas que ahora son historia viva y reciente, pero que sus nombres hacen y harán eco en el corazón de todos los colombianos.



## INDICE GERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	III
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	V
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	IX
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	XI
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b> .....	XIII
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	XV
<b>RESUMEN</b> .....	XVII
<b>ABSTRACT</b> .....	XIX
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	XXI
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>2. ALCANCES Y APLICABILIDAD</b> .....	7
<b>3. REVISION DE LA LITERATURA</b> .....	11
3.1. Francis Galton.....	13
3.2. Genética y deporte.....	18
3.3. Nurture: la otra cara de la moneda.....	24
3.4. Talento deportivo.....	25
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	29
4.1. Estudio familias deportivas.....	31
4.2. El Estudio de caso.....	32
4.3. Herramientas.....	33
4.4. Cuestionario.....	34

4.5.	La Entrevista .....	35
4.6.	Muestra y procedimiento .....	36
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
5.1.	Ejemplo 1. Familias deportivas .....	45
5.1.1.	Familia 1 – Jose Ramón Garces .....	46
5.1.2.	Familia 2 – Vanessa Urrea Victoria .....	48
5.1.3.	Familia 3 – Lozano Olarte .....	49
5.2.	Ejemplo 2: Hermanos deportistas .....	50
5.2.1.	Familia Wilches Tumbia .....	53
5.2.2.	Familia Figueroa Mosquera .....	56
<b>6.</b>	<b>ESTUDIOS DE CASO .....</b>	<b>57</b>
6.1.	Estudio de Caso 1 – Maria Isabel Urrutia Ocoró (MIU) .....	59
6.2.	Estudio de Caso 2 – Bernardo Tobar Ante (BT) .....	65
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>XXIII</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Muestra el esquema de símbolos utilizados por Galton, basado en letras iniciales del parentesco, las cuales podían ser mayúsculas minúsculas, dependiendo si la línea era paterna o materna respectivamente, con el propósito de evitar ambigüedades en la lectura de las “cartas”, que dieran origen a lo que actualmente conocemos como árboles genealógicos, heredogramas o pedigrís (tomado de Hereditary Genius, Galton 1892).....	15
<b>Figura 2</b> – Ejemplo utilizado por Galton donde describe las líneas de parentesco, seguidas del rango de nobleza que corre por la respectiva familia (tomado de Hereditary Genius; Galton, 1892).....	16
<b>Figura 3</b> – Categorización por nivel de rendimiento en remeros (tomado de Hereditary Genius; Galton, 1892).....	17
<b>Figura 4</b> – Elaboración de un pedigrí de 3 generaciones de la familia Botero Coy. ....	33
<b>Figura 5</b> – Heredogramas de “Familias Deportivas”, los sujetos sombreados identifican a quienes manifestaron el fenotipo del alto rendimiento deportivo, el sujeto señalado por la flecha corresponde al probando o sujeto entrevistado; es visible la acumulación de sujetos deportistas de alto rendimiento al interior de cada una de ellas. ....	45
<b>Figura 6</b> – Familia deportiva: José Ramón Garcés. ....	47
<b>Figura 7</b> – Heredograma familia Urrea Victoria .....	48
<b>Figura 8</b> – Heredograma familia Lozano Olarte .....	49
<b>Figura 9</b> – Heredogramas de 6 de las 30 familias de “Hermanos Deportistas” en las cuales 2 o más hermanos consiguieron logros a nivel internacional. ....	51
<b>Figura 10</b> – Heredogramas de las familias con un único deportista. ....	55

<b>Figura 11</b> – Heredograma de Maria Isabel Urrutia. ....	61
<b>Figura 12</b> – Heredograma de Bernardo Tobar Ante.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> – Estimación de la heredabilidad (expresada en porcentaje) en fenotipos relacionados al alto rendimiento deportivo, obtenidos de estudios realizados con gemelos y familias. (tomado de <i>The influence of Genetic Factors of physical functioning and exercise in a Second Half of Life</i> , Frederiksen & Cristensen, 2003; actualizada según (Costa et al., 2012). .....	22
<b>Tabla 2</b> – Distribución de la muestra por familia y nivel de rendimiento .....	37
<b>Tabla 3</b> – Parámetros estimados de heredabilidad para las familias deportivas colombianas. ....	43
<b>Tabla 4</b> – Diferencias y semejanzas entre modalidades, nivel de desempeño y edad de inicio de la práctica deportiva entre “familias deportivas”. ....	44
<b>Tabla 5</b> – Diferencias y semejanzas entre modalidades, nivel de desempeño y edad de inicio de la práctica deportiva entre “Hermanos deportistas” .....	50
<b>Tabla 6</b> – Tabla de familias con un único deportista. ....	54



## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1</b> – José Ramón Garcés, equipo campeón de ciclismo en pista, Juegos Panamericanos 1971, Cali, Colombia.....	47
<b>Imagen 2</b> – Oscar Figueroa, oro olímpico en Rio 2016.....	56



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1 – Cuestionario .....</b>	<b>XXV</b>
-------------------------------------	------------





## RESUMEN

La observación de las diferencias entre todos los elementos de la naturaleza, incluso dentro de la misma especie ocurre de manera natural, sin embargo, son pocos los que desean adentrarse en el origen y la explicación de dichas diferencias. La inmensa variabilidad humana se hace manifiesta en todas las áreas del conocimiento, las artes y particularmente en el deporte.

El presente estudio busca encontrar el origen de las diferencias individuales para el fenotipo del alto rendimiento deportivo en atletas colombianos de éxito internacional, mundial y olímpico, estimando el peso de los factores genéticos y de los factores ambientales involucrados en dichos logros.

El modelo de estudio es retrospectivo, identificando en cada una de las familias a los deportistas “afectados” por el “gen de la excelencia”, y será utilizado el análisis de pedigrí; los atletas pertenecientes a una muestra de 78 familias son divididos según el nivel de rendimiento alcanzado en alta élite, elite y sub-elite.

Dentro de la muestra se identificaron familias con pedigrís de 3 generaciones con deportistas con altos logros desde la primera hasta la tercera generación, denominadas “familias olímpicas”,  $n=7$ , en las que los miembros podrán practicar disciplinas iguales o semejantes y/o disciplinas diferentes; familias en las que solo la tercera generación presenta individuos con alto rendimiento deportivo  $n=30$  o “hermanos deportistas”, y familias con atletas de rendimiento, pero que ningún otro de sus miembros es atleta  $n=41$ ; Para el tratamiento de los resultados fue utilizado el software S.A.G.E, el cual nos arrojó una estimación para la heredabilidad  $h=0,57$ , revelando una dependencia significativa de los factores genéticos para el fenotipo en analisis.

Palabras Clave: DEPORTE, RENDIMIENTO, GENÉTICA, FAMILIAS, HEREDABILIDAD.



## **ABSTRACT**

The observation of the differences between all the elements of nature, even within the same species occurs naturally, however, few people want to delve into the origin and explanation of these differences. The immense human variability is evident in all areas of knowledge, the arts and particularly in sports.

The present study seeks to find the origin of the individual differences for the phenotype of high sports performance in Colombian athletes of international, world and Olympic success, estimating the weight of the genetic factors and the environmental factors involved in said achievements.

The study model is retrospective, identifying in each of the families the athletes "affected" by the "gene of excellence", and pedigree analysis will be used; The athletes belonging to a sample of 78 families are divided according to the level of performance achieved in high elite, elite and sub-elite.

Within the sample, families with pedigrees of 3 generations were identified with athletes of high achievements from the first to the third generation, called "Olympic families",  $n = 7$ , in which members can practice the same or similar disciplines and / or disciplines. different families in which only the third generation presents individuals with high sports performance  $n = 30$  or "sports brothers", and families with performance athletes, but no other of its members is an athlete  $n = 41$ ; For the treatment of the results, the software S.A.G.E was used, which gave us an estimate for the heritability  $h^2 = 0.57$ , revealing a significant dependence of the genetic factors for the phenotype in analysis.

**Keywords:** SPORT, PERFORMANCE, GENETICS, FAMILIES, HERITABILITY.



## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Indervalle</b>	Instituto del deporte, la educación física y la recreación Valle del Cauca, Cali, Colombia.
<b>S.A.G.E.</b>	Statistical Analysis for Genetic Epidemiology.
<b><math>h^2</math></b>	Heredabilidad.
<b>Mz</b>	Gemelos monocigóticos o univitelinos
<b>Dz</b>	Gemelos dicigóticos o bivitelinos.
<b><math>VO_{2\text{máx}}</math></b>	Cantidad máxima de oxígeno ( $O_2$ ).
<b><math>h^2=VG/VTOT</math></b>	Heredabilidad igual a varianza genética sobre varianza total.
<b>DNA</b>	Ácido desoxirribonucleico.
<b><math>VO_{2\text{peak}}</math></b>	Valor pico de consumo máximo de oxígeno.
<b>GWAS</b>	Estudio de asociación del genoma completo.
<b>LM2x</b>	Modalidad del deporte del remo para 2 hombres de peso ligero.
<b>Panam</b>	Juegos deportivos Panamericanos.
<b>CentroAmer</b>	Juegos deportivos Centro Americanos y del Caribe.
<b>Suram</b>	Juegos Suramericanos.
<b>MIU</b>	Maria Isabel Urrutia.
<b>BT</b>	Bernardo Tovar Ante.



## **1. INTRODUCCION**

---





## 1. INTRODUCCION

Las competencias de alto nivel son el escenario ideal para apreciar la capacidad de adaptación al esfuerzo físico de los deportistas en su aspecto más amplio, siendo que el éxito alcanzado es la manifestación indiscutible de sus condiciones excepcionales, resultado de una serie multifacética y única de distintos rasgos biológicos, psicológicos y sociales.

Aun cuando las propiedades físicas y químicas de las sustancias a partir de las cuales nuestro cuerpo está constituido, es improbable encontrar dos individuos absolutamente idénticos en sus propiedades y habilidades dentro de una población, exceptuando el caso ideal de los gemelos monocigóticos (Mz). Cada uno de nosotros representa una individualidad biológica singular e irrepetible (Kovar, 1981). Esas diferencias se manifiestan también entre los atletas de alto rendimiento, permitiendo verificar la constante variabilidad humana.

Las competencias de alto nivel son además un microcosmos que permite observar las influencias genéticas y ambientales relacionadas con el alto desempeño deportivo.

Teniendo en cuenta la cantidad de sistemas corporales tanto estructurales como funcionales que deben actuar para lograr el éxito en un deporte determinado, podemos considerar que el rendimiento deportivo es uno de los rasgos humanos más complejos, sin pasar por alto el rol determinante de otros factores como los cognitivos, psicológicos, baja susceptibilidad a las lesiones y rápida respuesta al entrenamiento, siendo confirmado en estudios recientes que muchos de ellos dependen en gran medida de factores genéticos (Costa et al., 2012; Guth & Roth, 2013).

Los estudios pioneros que buscaron dar respuesta al origen de las diferencias individuales fueron realizados por Francis Galton (1892), utilizando información proveniente de familias inglesas, intentando demostrar que la genialidad o la

eminencia en diferentes áreas corre al interior de las familias como resultado de la herencia biológica.

Galton realizó dos estudios en donde intentó demostrar que no solo los caballos y los perros heredan los rasgos relacionados con la musculatura, sino que este hecho también se presenta en el hombre; para ello analizó grupos de familias de luchadores y remeros, encontrando linajes de familias con deportistas destacados durante varias generaciones.

Estudios más recientes que analizaron la dependencia genética en el alto rendimiento deportivo mostraron que gemelos dicigóticos (Dz) compartían el interés por participar en el mismo deporte obteniendo un rendimiento diferente a los gemelos monocigóticos (Mz) (Gedda, 1960; Grebe, 1960); ya en los años 70s y 80s durante las olimpiadas de México y Montreal se buscaron marcadores genéticos en sangre asociados al alto rendimiento y comparados con no atletas, sin encontrar resultados significativos (Bouchard & Malina, 1984; Chagnon et al., 1984; De Garay et al., 1974).

Actualmente se dispone de una vasta evidencia de la fuerte dependencia genética en factores determinantes del desempeño físico que tiene su origen en estudios realizados con parientes estrechamente relacionados como es el caso de estudios con gemelos y estudios realizados con familias nucleares; estos estudios buscan estimar el grado de heredabilidad ( $h^2$ ) en la variación de trazos relacionados con la manifestación de dichos trazos como la potencia anaeróbica aláctica, potencia aeróbica láctica, capacidad aeróbica, flexibilidad, frecuencia de movimiento entre otras (Bouchard et al., 1999; Costa et al., 2012; Fedotovskaya et al., 2014; Klissouras, 1997; Kovar, 1981; Maia et al., 1999; Silventoinen et al., 2008; Szopa & Mleczko, 1999).

Los estudios en Epidemiología Genética pueden abordar dos metodologías diferentes con el fin de estimar o medir los efectos genéticos responsables de la variación observada en fenotipos específicos. Una de estas metodologías es la de fenotipo no medido o *top-down*, la cual utiliza muestras de sujetos emparentados como pares de gemelos (Mz y Dz), o familias nucleares (análisis

de pedigrí o heredogramas), comparados con sujetos no emparentados para estimar los grados de heredabilidad o semejanza familiar con base en el cálculo del odds-ratio (OR); dependiendo de la magnitud del OR, una asociación positiva puede proveer fuerte evidencia de agregación familiar y justificar mayores investigaciones (Liang & Beaty, 2000). Otra metodología es la de genotipo medido o *bottom-up*, la cual utiliza estudios de casos y controles o marcadores genéticos para analizar la asociación familiar o identificar las zonas específicas de los cromosomas que influyen en los fenotipos (Bouchard et al., 1997).

(Gedda, 1960) realizó investigaciones extensas sobre la práctica deportiva en grupos familiares, a lo que llamó *family sportivation*, y sobre la base de una encuesta realizada a 220 campeones nacionales italianos, estableció los índices de *issosportivation* o *allosportivation*, dependiendo de si la especialidad y el nivel de rendimiento en la disciplina practicada es similar o diferente.

Estudios más recientes verifican la dependencia genética de trazos más específicos vinculados al alto rendimiento deportivo como trazos estructurales: densidad ósea (Andreoli et al., 2001; Bass et al., 1999), distribución del tipo de fibra muscular esquelética (Simoneau & Bouchard, 1995), capacidad de adaptación al esfuerzo, medida a partir del máximo consumo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) (Bouchard et al., 1998; Klissouras, 1971; Schutte et al., 2016), respuesta al entrenamiento de la fuerza muscular (Thomis et al., 1997), trazos de comportamiento que influyen los niveles de participación en actividades deportivas o la exposición al estímulo del entrenamiento (Maia et al., 2002), todos ellos genéticamente determinados en alguna extensión.

A través del análisis de pedigrí nos proponemos verificar la agregación familiar y estimar los niveles de heredabilidad, por otro lado, se analizarán los porcentajes de semejanzas y diferencias en las disciplinas practicadas, el nivel de rendimiento deportivo obtenido y la edad de inicio de la vida deportiva. También serán presentados dos estudios de caso de atletas de excelencia que nos permitirán observar un linaje multigeneracional de atletas, como el surgimiento espontáneo de la excelencia deportiva sin cualquier evidencia familiar previa.

El análisis de pedigrí busca hacer inferencias desde la información obtenida a partir de uno o varios pedigrís; la información obtenida puede ser de tres tipos: la estructura genealógica (como los miembros del pedigrí se relacionan unos con otros), los fenotipos (datos obtenidos de cada miembro del pedigrí), y el modo de transmisión (genética, o cualquier otro mecanismo que por el cual el fenotipo se distribuye entre los miembros de la familia (Rao & Vogler, 1990).

El análisis busca llevar a cabo el seguimiento de un trazo o fenotipo determinado a través de todos los miembros de familias de diferentes generaciones a partir de un miembro afectado (probando). Los resultados obtenidos a partir de este tipo de análisis, pueden ser expresados en porcentajes, probabilidad de ocurrencia y otros medios estadísticos.

### **Objetivos:**

1. Estimar la magnitud de los efectos genéticos en la variabilidad total del fenotipo del alto rendimiento deportivo
2. Verificar la presencia de agregación familiar para el fenotipo del alto rendimiento deportivo en pedigrís de familias de deportistas colombianos.
3. Medir los porcentajes de las diferencias o semejanzas encontradas en el nivel de rendimiento y modalidades practicadas dentro cada uno de los grupos de integrantes de las familias deportivas.
4. Analizar a través de los estudios de caso los efectos de los factores genéticos y/o ambientales en la obtención de la excelencia deportiva.

## **2. ALCANCES Y APLICABILIDAD**

---



## **2. ALCANCES Y APLICABILIDAD**

En lo que respecta al deporte colombiano, el presente estudio es el primero en su clase que busca la identificación de niveles de agregación familiar para el fenotipo del alto rendimiento deportivo en atletas de que han alcanzado altos niveles de rendimiento en competencias internacionales. Aunque la muestra no abarca a todos los deportistas exitosos de todas las regiones del país, con seguridad es una muestra muy representativa de los deportistas que por Colombia han obtenido los mayores logros en el panorama internacional.

La aplicabilidad del presente estudio en el contexto colombiano se extiende desde la ampliación de la visión acerca de los factores que subyacen tras el alto rendimiento deportivo, brindando una nueva perspectiva en cuanto al desarrollo de deportista de alto nivel; una mirada diferente frente a los procesos de identificación y selección de talentos, y en la aplicación y adaptación de los programas de entrenamiento; al igual que prestar más atención a variables que en el contexto internacional han demostrado una gran relevancia en el desarrollo de los talentos deportivos.





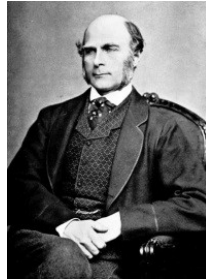
### **3. REVISION DE LA LITERATURA**

---



### 3. REVISION DE LA LITERATURA

#### 3.1. Francis Galton



#### *Hereditary Genius*

Francis Galton (1822 – 1911) fue un gran investigador y científico inglés en diferentes áreas de la Ciencia como la Psicología, Biología, Estadística, Meteorología. Su interés era el estudio del ser humano y las diferencias individuales. Hacia la mitad del siglo XIX publicó un libro famoso *Hereditary Genius*<sup>1</sup>: una investigación sobre sus leyes y consecuencias cuyo objetivo fue mostrar que las capacidades naturales del hombre son derivadas de la herencia biológica de la misma manera que lo son las características físicas de todo el mundo orgánico.

Galton intentó reunir pruebas a favor de la tesis de que la capacidad mental es heredada. En primer lugar, examinó la forma de la distribución de la capacidad mental. Analizando los resultados de 200 candidatos que había tomado la opción de Matemáticas en *Cambridge*, así como los que se ha obtenido por 72 candidatos para la administración pública, Galton puso de manifiesto que estos resultados (y, por tanto, presumiblemente, los rasgos psicológicos que subyacen a la puntuación) se distribuyeron en gran parte del mismo modo que los rasgos físicos (heredados), es decir: distribución normal. Aunque esta similitud en la

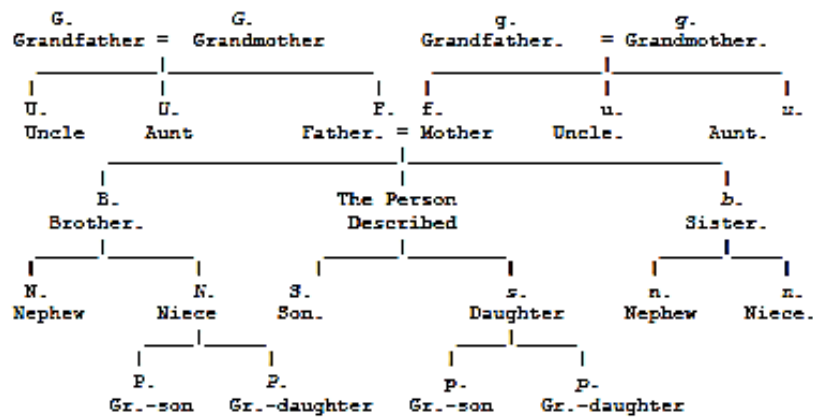
---

<sup>1</sup> El significado que el autor da a la palabra Génio hace referencia a tres niveles específicos, de manifestación de dotes excepcionales; 1. la nobleza Inglesa, 2. hombres de la literatura y las ciencias, poetas, pintores y músicos, deportistas, y 3. quienes poseen características físicas notables.

forma de la distribución de las características mentales y físicas no implica, en sí misma la heredabilidad de los rasgos mentales, era coherente con la propuesta de Galton. Más importante aún, también le permitió estimar los porcentajes de hombres que cabría esperar en cada una de las series de "niveles" de capacidad mental que van desde el más alto al más bajo. Esto, a su vez, siempre que exista una norma en contra de que la hipótesis de heredabilidad de la capacidad mental pueda ser evaluada.

Para llevar a cabo este análisis, el primer problema para Galton era desarrollar un método para evaluar los altos niveles de capacidad mental. El enfoque que él tomó fue suponer que la capacidad mental está estrechamente relacionada con la eminencia (reputación) en una profesión determinada. Tal como él lo describió, "me siento convencido de que ningún hombre puede lograr la eminencia sin haber sido dotados con muy alta capacidad; (...), y los que poseen estas pocas habilidades, pueden todavía fallar en la búsqueda de la eminencia" (Wozniak, 1999).

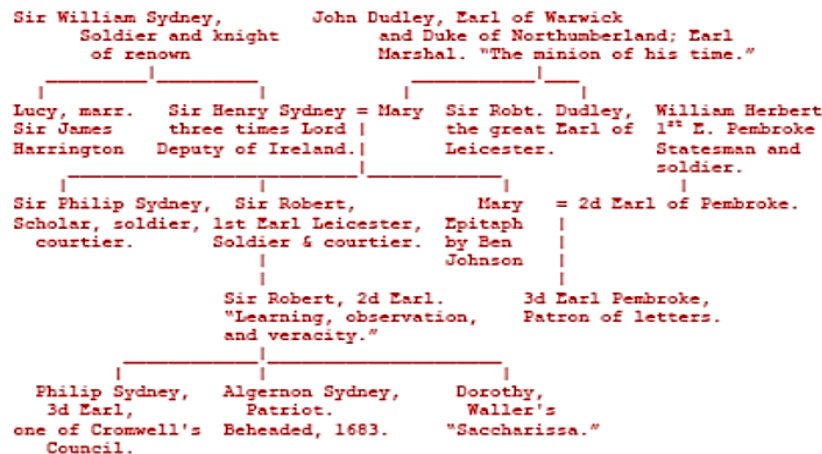
La evaluación de esta hipótesis se encuentra en *Hereditary Genius*, y los resultados de este análisis siempre son la mejor prueba para la afirmación de Galton que las capacidades mentales son heredadas. Dado que no tenía manera de medir directamente la heredabilidad, Galton decidió centrarse en los antecedentes de las familias de quienes se encuentran en los niveles más altos de eminencia y evaluar el grado de la misma, la cual parecía correr dentro de sus familias e ideó un esquema gráfico que le permitiría hacer el seguimiento de las líneas familiares.



**Figura 1** – Muestra el esquema de símbolos utilizados por Galton, basado en letras iniciales del parentesco, las cuales podían ser mayúsculas minúsculas, dependiendo si la línea era paterna o materna respectivamente, con el propósito de evitar ambigüedades en la lectura de las “cartas”, que dieran origen a lo que actualmente conocemos como árboles genealógicos, heredogramas o pedigrís (tomado de *Hereditary Genius*, Galton 1892).

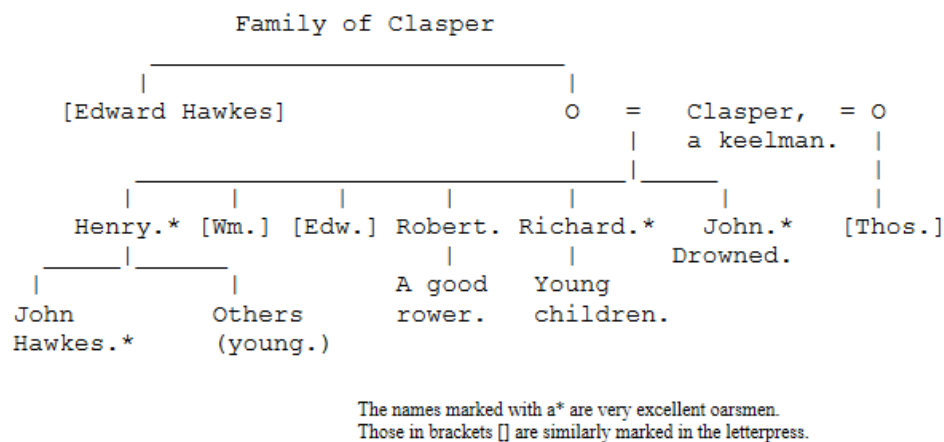
En los sucesivos capítulos de “*Hereditary Genius*” presentó estos datos recolectados con la población del estudio como lo fueron: jueces, estadistas, miembros de la aristocracia, comandantes de grado militar, escritores, hombres de ciencia, poetas, músicos, pintores, académicos y deportistas entre otros, (figura 1).

La medición de frecuencias encontrada entre los parientes de primer grado (padres, hermanos, hijos), segundo grado (abuelos, nietos, tíos, sobrinos) y tercer grado (vis-abuelos, vis-nietos, etc.) de los miembros de la muestra, fue mucho mayor que la frecuencia encontrada entre la población general, y que dicha frecuencia es mucho mayor de lo esperado. Sobre esta base y tomando nota de que la frecuencia de eminencia disminuyó del primero al segundo y del segundo al tercer grado de relación; Galton llegó a la conclusión de que sólo sería posible porque la capacidad mental se mueve dentro de las familias, como lo hacen los trazos biológicos.



**Figura 2** – Ejemplo utilizado por Galton donde describe las líneas de parentesco, seguidas del rango de nobleza que corre por la respectiva familia (tomado de *Hereditary Genius*; Galton, 1892).

Entre los ejemplos citados por Galton, la reputación cobra gran importancia, debido especialmente a la época en que fue escrita su obra. En su estudio, Galton analizó varias generaciones de personajes famosos en Inglaterra desde 1660 a 1868, con el propósito de aproximarse a las leyes generales que rigen la herencia con respecto al “genio”; dedicando especial atención a quienes poseen más de uno de estos atributos, (figura 2). Además, (Galton, 1869) propone a partir de sus observaciones que las habilidades naturales del hombre se obtienen por herencia, del mismo modo, en que en el mundo orgánico se determinan las formas y las características. Y como cada especie posee sus facultades propias, factibles de mejorar, como en el caso de algunos animales, a partir de una selección de cruzamientos selectivos consecutivos, de ese mismo modo se podría llegar a conseguir una raza de humanos muy talentosos. Por otro lado, cuestiona la influencia de las instituciones sociales en el desarrollo de las capacidades del hombre, argumentando que de algún modo favorecen su degradación.



**Figura 3** – Categorización por nivel de rendimiento en remeros (tomado de *Hereditary Genius*; Galton, 1892).

Galton complementó sus investigaciones con dos estudios al respecto del músculo; Galton señalaba en aquella época que nadie dudaba que el musculo de los caballos y los perros es heredado, sin embargo, no se aceptaba que en el caso de los humanos esta característica fuese heredada, por lo cual realizó estudios en remeros y luchadores, encontrando linajes de familias de excelentes deportistas. En el pedigrí anterior, Galton señala los nombres de excelentes remadores con un asterisco (\*), y entre paréntesis los que presentan rendimiento similar. En el pedigrí superior (figura 3), Galton señala los nombres de excelentes remadores con un asterisco (\*), y entre paréntesis los que presentan rendimiento similar, la figura representa un pedigrí de 3 generaciones, en las cuales el abuelo Edward Hakes ya era un excelente remero, quien transmitió a tres de sus hijos Henry, Richard y John sus mismas capacidades, y otros dos Wm. & Edw, sin ser excelentes, si llegaron a ser destacados; sobresale en la tercera generación John Hawkes, quien mantiene las mismas capacidades de su abuelo.

Galton concluye, que cada generación tiene un enorme poder sobre los dones naturales de los que siguen, y sostiene que es un deber que le debemos a la humanidad investigar el alcance de ese poder, y de ejercerlo de una manera que, sin ser imprudente hacia nosotros mismos, sea en el futuro ventajoso para las próximas generaciones.

### 3.2. Genética y deporte

Las competiciones de alto nivel deportivo son el escenario ideal para apreciar la capacidad de adaptación al esfuerzo físico en su aspecto más amplio, siendo que el éxito alcanzado es la manifestación indiscutible de sus condiciones excepcionales, resultado de una serie multifacética y única de distintos rasgos biológicos, psicológicos y sociales. (Maia et al., 1999) indican que la expresión más elevada del fenotipo “práctica deportiva” es la que se encuentra consignada en la “performance” de los atletas olímpicos.

Las diferencias presentadas por los deportistas de rendimiento deportivo permiten observar la constante variabilidad humana, y nos invitan a cuestionarnos al respecto de las influencias genéticas y ambientales relacionadas con su origen. Actualmente se dispone de una vasta evidencia de la fuerte dependencia genética en factores determinantes del desempeño físico que tiene su origen en estudios realizados con parientes estrechamente relacionados como es el caso de estudios con gemelos y estudios realizados con familias nucleares.

La existencia de la relación entre la genética y el deporte puede demostrarse, ante todo indirectamente, sobre la base de nuestro conocimiento de los rasgos morfológicos, funcionales y auxológicos los primeros estudios que buscan estimar el grado de heredabilidad ( $h^2$ ) en la variación de trazos relacionados con la manifestación de dichos trazos datan de los años 60s, (Gedda, 1955; Gedda, 1960; Grebe, 1960; Jokl & Jokl, 1968).

(Gedda, 1960) realizó investigaciones extensas sobre la práctica deportiva manifestada dentro de grupos familiares a lo que llamó *family sportivation*, y sobre la base de una encuesta realizada a 220 campeones nacionales italianos, estableció los índices de *isosportivation* o *allosportivation*, dependiendo de si la especialidad practicada dentro de la familia es similar o diferente.

Investigaciones posteriores basadas en el análisis de gemelos Mz y Dz que alcanzaron altos logros deportivos permitieron verificar alta correspondencia en



el tipo de deporte y el nivel alcanzado para los gemelos Mz sobre los Dz, concluyendo que las actividades deportivas además del componente medio ambiental, ciertamente se encuentran condicionadas por factores genéticos (Gedda, 1960; Grebe, 1960).

(Klissouras, 1971) en un estudio con gemelos Mz durante 1 ½ años estimó la capacidad funcional medida a partir del  $VO_{2max}$  en deportistas jóvenes. Los gemelos habían participado de actividad física y entrenamiento atlético, encontrando que la adaptabilidad funcional individual puede ser mejorada substancialmente a través del entrenamiento, pero los límites hasta donde se pueden mejorar estos niveles estarían determinados genéticamente; las mejoras estimadas encontradas fueron del orden del 37% y 60% para potencia aeróbica y la capacidad anaeróbica respectivamente.

Teniendo en cuenta la cantidad de sistemas corporales que deben actuar, podemos considerar que el rendimiento deportivo es uno de los rasgos humanos más complejos, sin pasar por alto el rol determinante de otros factores como los cognitivos, psicológicos, baja susceptibilidad a las lesiones y rápida respuesta al entrenamiento, siendo confirmado en estudios recientes que muchos de ellos dependen en gran medida de factores genéticos (Bouchard et al., 1997).

El rendimiento físico es un término amplio que incluye actividades realizadas bajo una variedad de condiciones y contextos, desde el juego infantil hasta las competencias altamente organizadas y las actividades del diario vivir. Para nuestro análisis los términos rendimiento deportivo y atletismo de élite serán asumidos como un mismo fenotipo complejo afectado por la interacción aditiva de los genes y el medio ambiente.

Hay muchos fenotipos del rendimiento: fuerza, resistencia, flexibilidad, capacidades motrices, características perceptivo-motoras, y resultados aeróbicos y anaeróbicos. Estudios recientes (Costa et al., 2012) indican que el factor hereditario en dominios físicos específicos pueden ser estimados analizando el grado de semejanza entre parientes, cuando comparados con individuos genéticamente distantes.

(Beunen & Thomis, 1999; Maia et al., 1999; Pérusse et al., 1987; Seabra et al., 2013) analizaron a través de modelos de gemelos y familias las influencias ambientales y genéticas para el fenotipo de la práctica deportiva y fenotipos de capacidades funcionales relacionadas con el rendimiento deportivo evidenciando niveles positivos de dependencia genética para cada uno de ellos. Estos estudios utilizan la heredabilidad ( $h^2$ ) para estimar los niveles de influencia genética para cada uno de los fenotipos analizados.

La heredabilidad, estrictamente definida, es la proporción de la variación total en un rasgo atribuido a los efectos aditivos de los genes; en el sentido amplio, la heredabilidad puede ser considerada como la proporción de la varianza total en un fenotipo que se debe a las diferencias genéticas ( $h^2 = V_G / V_{TOT}$ ) (Visscher et al., 2008).

Uno de los estudios más representativos en este tipo de análisis fue realizado por (Bouchard et al., 1999) en *HERITAGE family study*, en un programa de 20 semanas de entrenamiento, en donde se revelaron evidencias de dependencia familiar para la entrenabilidad del  $VO_{2max}$  mostrando 2,5 veces más varianza entre familias que dentro de las familias para este fenotipo en particular, y un valor máximo para la  $h^2$  del 47%. El patrón de respuestas fue significativo para el efecto materno, abriendo la posibilidad que el DNA esté implicado en gran medida en la heterogeneidad de la respuesta al entrenamiento. Este estudio abrió paso para buscar los genes y mutaciones responsables de la heterogeneidad de este fenotipo.

El estudio de Bouchard et al. (1998) sobre la medición del  $VO_{2max}$ , utilizando el cicloergómetro con 429 individuos sedentarios y sus hijos, con edades entre 16 y 65 años, ajustando el desempeño por edad, sexo y masa muscular, reportó valores de heredabilidad entre 51% y 59%.

La tabla 1, muestra la línea de investigaciones en familias de fenotipos relacionados con el rendimiento deportivo y la práctica deportiva; para el  $VO_{2max}$ , fueron encontrados niveles estimados de  $h^2$  entre el 47% y el 74%

(Bouchard et al., 1999; Gaskill et al., 2001; PÉrusse et al., 2001), para estudios entre 98 y 199 familias nucleares.

En un estudio realizado con 2375 familias nucleares portuguesas para la estimación de los factores genéticos para diferentes niveles de intensidad en la práctica deportiva la proporción de los factores genéticos aditivos mostró un rango de  $h^2$  entre el 40-50%, al 60% de la intensidad (Seabra et al., 2013).

Con respecto a la participación deportiva durante el tiempo libre, fue realizado un estudio con 2662 familias nucleares portuguesas recolectando información a través de cuestionario, donde se encontraron correlaciones entre conyugues superiores a las correlaciones padres-hijos (0.30 vs 0.18,  $p < 10^{-4}$ ), pero también mayor que la correlación entre hermanos (0.30 vs 0.22,  $p < 10^{-4}$ ), apoyando la hipótesis de la existencia de agregación familiar para este fenotipo (Maia et al., 2014).

En una revisión realizada por e Vilhena e Santos et al. (2012) para la para la participación deportiva en gemelos, reportaron estimados de  $h^2$  entre 0 al 85% de Vilhena e Santos et al. (2012).

**Tabla 1** – Estimación de la heredabilidad (expresada en porcentaje) en fenotipos relacionados al alto rendimiento deportivo, obtenidos de estudios realizados con gemelos y familias. (tomado de *The influence of Genetic Factors of physical functioning and exercise in a Second Half of Life*, Frederiksen & Cristensen, 2003; actualizada según (Costa et al., 2012).

Primer Autor	Año	Fenotipo	Tipo de estudio	N	h <sup>2</sup>
Bouchard	1986	VO <sup>2</sup> Peak	Gemelos	172	40%
Bouchard	1999	VO <sup>2</sup> Max	Familias	481	47%
Sundet	1986	VO <sup>2</sup> Max	Gemelos	1058	62%
Fagard	1991	VO <sup>2</sup> Max	Gemelos	48	20- 68%
Gaskill	2001	VO <sub>2</sub> vt	Familias	199	54-58%
Mustelin	2011	VO <sup>2</sup> Peak	Gemelos	304	71%
Katzmarzyk	2001	Fuerza Muscular, resistencia y flexibilidad	Familias	502	48-59%
Arden	1997	Fuerza de prensión, fuerza extensión de rodilla	Gemelos	353	36-46%
Reed	1991	Fuerza de prensión	Gemelos	257	65%
Carmelli	2000	Fuerza de prensión	Gemelos	152	22-35%
Frederiksen	2001	Fuerza de prensión	Gemelos	1757	52%
Pérusse	1987	Fuerza extensión de rodilla y resist. muscular	Familias	375	20-30%
Carmelli	2000	Funcionamiento tren inferior	Gemelos	187	57%
Thomis	1997	Fuerza de flexión codo, área trasv. del músculo	Gemelos	41	70-92%
Arden	1997	Fuerza máxima extensión de pierna	Gemelos	353	46%
Christensen	2002	Rata funcional ADL	Gemelos	127	9-16%
Thomis	1997	Entrenabilidad de la fuerza muscular	Gemelos	41	20%
Fox	1996	Entrenabilidad de la fuerza muscular	Gemelos	96	66%
<b>Ejercicio</b>					
Missitzi	2004	Coordinación neuromuscular – codo	Gemelos	40	87%
de Vilhena	2012	Actividad Física	Gemelos	Rev.	0-60%
Seabra	2013	Intensidad en participación deportiva	Familias	2375	60%
Pérusse	1989	Actividad física dominante 15 min / día	Familias	375	29%
Lauderdale	1997	Participación en actv. física en tiempo de ocio	Gemelos	3344	38-50%
Koopmans	1994	Participación en deporte	Gemelos	1587	45%
Kaprio	1981	Participación en actv. física en tiempo de ocio	Gemelos	5044	62%
Frederiksen	2002	Participación en deporte	Gemelos	1258	49%
Maia	1999	Práctica deportiva	Gemelos	104	82%

Uno de los estudios más recientes GENATHLETE examinó la contribución de 3 polimorfismos en el gen (NOS3), no ha encontrado diferencias significativas entre la población de atletas n= 316 con valores de VO 2 Max.> 75 ml / kg, y el

grupo control compuesto por 299 varones sedentarios con valores de  $< 50$  ml / kg (Wolfarth et al., 2008).

Actualmente están en curso proyectos colaborativos que buscan unir esfuerzos para avanzar aún más en la investigación relacionada con la Genética y el Deporte - *The ATHLOME PROJECT CONSORTIUM* - iniciado en 2015 con la participación de reconocidos científicos se propone descubrir variantes genéticas asociadas al rendimiento atlético, la respuesta adaptativa al entrenamiento y lesiones del musculo esquelético utilizando asociación de genoma completo, validar y replicar marcadores genéticos, *SNP*, *Linkage* y estudios *in vitro* (Pitsiladis et al., 2015). Este proyecto surge de la asociación de proyectos como *GAMES*, *Gene SMART*, *GENESIS* y *POWERGENE*.

Otros proyectos ambiciosos como el *Inherited Traits of Endurance (ELITE) consortium* tiene como objetivo descubrir variantes genéticas asociadas al rendimiento deportivo, y busca realizar un esquema que enmarque de la manera más completa y profunda el papel de la Genética y el papel de los factores ambientales como la educación y el entrenamiento; el proyecto cuenta con una muestra de más de 600 deportistas, siendo el principal criterio de inclusión en el estudio contar con valores de  $VO_{2max} > 75$  ml  $O_2$ /kg/min para hombres y  $> 63$  ml  $O_2$ /kg/min para mujeres respectivamente.

Estudios que investigan la asociación entre ACTN3 R577X y las variantes del gen ACE I / D con el tiempo de carrera de atletas de élite de 100m, 200m, y 400m, han mostrado mejor tiempo de aceleración para los atletas de 200m. con el ACTN3 577RR ( $21.19 \pm 0.53$  s frente a  $21.86 \pm 0.54$  s,  $p = 0.016$ ) y ACE II ( $21.33 \pm 0.56$  vs  $21.93 \pm 0.67$  seg,  $p = 0.004$ ); Usando modelos genéticos, se encontró que el alelo ACTN3 577R y el modelo dominante del alelo ACE D representan 0,92% y 1,48% de la variación del tiempo de esprint, respectivamente; el % de variación presentado por ACE y ACTN3, puede hacer la diferencia para un record mundial (Papadimitriou et al., 2016).

Aun cuando los estudios realizados confirman la importancia de los factores genéticos, esto no excluye la participación del medio ambiente. La alta

heredabilidad de un fenotipo no significa que esté predeterminado, pero el entrenamiento puede ejercer un profundo efecto dentro de los límites de la herencia; aunque los genes y el entrenamiento pueden fijar el límite fisiológico, es el comportamiento y otros factores son los que determinan en última instancia las fronteras del rendimiento (Klissouras, 2001).

Los avances en investigación Genética aplicada al alto rendimiento deportivo es extensa, Ahmetov e Fedotovskaya (2012) indican que todavía se encuentra en fase de descubrimiento y serán necesarias la aplicación de nuevas tecnologías que incluyen estudios de asociación de genoma completo, secuenciación, epigenética, transcriptómica y proteómica. El perfil permitirá una mejor comprensión de la composición genética y la fisiología molecular de los deportistas de élite.

#### **3.3. *Nurture*: la otra cara de la moneda**

La contraparte del debate *nature–nurture* se encuentra consignada en los trabajos que sugieren que el entrenamiento y las condiciones ambientales son más relevantes que el talento innato en el rendimiento deportivo. Chase e Simon (1973) sugieren que para la obtención de la maestría en el ajedrez se requieren cerca de 10.000 horas de práctica, tiempo suficiente para adquirir el conocimiento necesario para alcanzar altos niveles de desempeño; en estudios posteriores con músicos y maratonistas (Ericsson et al., 1993) mostraron suficiente evidencia empírica que soporta la aplicación de esta regla en otros dominios. La regla de los 10 años mantiene estrecha relación con el análisis presentado por Baker et al. (2003) donde presenta que el proceso para la adquisición de la maestría en diferentes áreas mantiene una estructura estándar de tres etapas, las cuales suman aproximadamente 10 años.

Bloom (1985) realizó un estudio que pretendía entender como atletas de clase mundial desarrollaban su talento, para lo cual utilizó a 120 individuos con éxito en las artes, el deporte, música y la academia, entre los que se encontraban

pianistas, escultores, campeones de tenis, nadadores olímpicos entre otros. Los resultados de su estudio indicaron que el éxito individual presentaba fases muy similares de aprendizaje y desarrollo; Bloom dividió las fases en años previos, años medios y años posteriores. El estudio proporcionó evidencia contundente de que independientemente de las características iniciales de los individuos, a menos que exista un proceso largo e intenso de aliento, crianza, educación, capacitación, los individuos no alcanzarán niveles extremos de capacidad en los campos particulares.

Ericsson e Lehmann (1996) sugieren que la definición puntual de los objetivos, el nivel de dificultad apropiada, la retroalimentación oportuna, además de las posibilidades de repetición y corrección de errores, hacen parte fundamental del entrenamiento. Charness et al. (2005) encontraron una relación 10.000/20.000 horas de práctica durante un periodo de 10 años entre deportistas amateur y deportistas expertos de la misma edad; los autores argumentan que esta diferencia en el tiempo de práctica es determinante en la consecución de los altos logros deportivos.

Las investigaciones que durante cerca de dos siglos han acumulado evidencia abrumadora a través de múltiples estudios inclina la balanza a favor de la naturaleza en el debate *nature–nurture*; ésta evidencia nos indica que realmente los atletas de élite se construyen paso a paso, pero esto es posible hacerlo con aquellos que nacieron con la habilidad innata (Georgiades et al., 2017).

#### **3.4. Talento deportivo**

La noción de talento deportivo incluye muchos elementos, uno de ellos es la capacidad de responder al entrenamiento mejor que los deportistas promedio debido a factores somáticos y fisiológicos, de directa dependencia genética, este hecho, (reacción positiva al entrenamiento) es llamada entrenabilidad. La entrenabilidad se entiende como la capacidad de mejorar el potencial motor de un atleta a través del estímulo del entrenamiento con respecto a la edad, sexo y la estructura de las cargas de entrenamiento (Issurin et al., 2006).

Dentro de un modelo presentado por Kovar (1981) en *Human Variation in Motor Abilities and its Genetic Analysis* para un grupo general de deportistas ubicados en una curva de distribución normal, el mayor número de deportistas se ubicaría alrededor de la media (38%); el porcentaje de deportistas de nivel bajo (7%) se ubicaría a la derecha de la curva, en tanto que el porcentaje de ocurrencia de deportistas de alto rendimiento (sólo el 7%), estaría ubicado a la izquierda de la curva. Ya dentro de este grupo de atletas que alcanzarían teóricamente el alto rendimiento, solo el 0,13 %, que correspondería a la frecuencia más baja de ocurrencia, ubicados en el extremo izquierdo de la curva, correspondería a los talentos deportivos, teóricamente podrían alcanzar los más altos rendimientos en competencias de nivel mundial

Actualmente se está demostrando que para lograr un rendimiento alto o muy alto, es necesario buscar los límites del individuo, y solo aquellos que tienen una estructura especial y relativamente ideal de propiedades y habilidades, adecuadamente agrupadas y mutuamente influyentes lo conseguirán; otro aspecto, es el concerniente al origen de estas propiedades y habilidades, caracterizadas por su origen genético, adquirido de sus parientes y ancestros, y que están dados por el genotipo (Kovar, 1981).

El talento en sí mismo no tiene ningún significado; solo cuando se conecta con condiciones ambientales favorables como el país, la familia, elementos materiales, etc. se podrá manifestar; igualmente importante la elección del deporte en el cual se podrán desarrollar y expresar, de tal modo que para un cierto individuo, habrá un cierto deporte en el cual podrá explotar su capacidad natural; con todo, en nuestro estudio veremos como el talento puede alcanzar el éxito en el alto nivel deportivo en dos deportes diferentes.



Una representación simplificada de la estructura de presupuestos que son la base del talento deportivo se encuentra dividida en 4 grupos:

- a) Presupuesto de una óptima estructura del organismo (ej., dimensiones y constitución corporal).
- b) Presupuesto de un alto nivel funcional en relación a las capacidades motoras (ej., fuerza, velocidad).
- c) Presupuesto de alto nivel de las funciones intelectuales y capacidades sensoriales.
- d) Presupuesto del aprendizaje fácil y rápido de nuevas tareas motoras.

Los dos primeros presupuestos representan un componente específico del talento deportivo, en tanto las dos finales representan el componente universal (Kovar, 1981).



## 4. METODOLOGIA

---



## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Estudio familias deportivas

El campo de la Epidemiología se centra en la identificación de factores que afectan la salud y la enfermedad de poblaciones, mientras que la genética es el estudio de herencia y rasgos hereditarios (trazos) y enfermedades. La Epidemiología Genética combina elementos de ambos Epidemiología y Genética e implica el estudio de factores genéticos que interactúan con el medio ambiente factores para influir en la aparición de la enfermedad y rasgos relacionados en las poblaciones (Khoury et al., 1993).

Bajo la perspectiva denominada *top down*, es posible inferir a cerca de la influencia de los factores genéticos a partir del fenotipo medido observando inicialmente la existencia de una concentración dentro de una misma familia de un determinado trazo (Sing & Boerwinkle, 1987). En el presente estudio, el trazo en análisis solo podrá constituir evidencia si se confirma la concentración de deportistas de alto nivel en una misma familia; concentraciones de deportistas de otros niveles de desempeño, i.e., campeones locales o nacionales pueden ser el resultado de factores medio ambientales, lo cual no es suficiente.

El hecho de tener en cuenta solo la concentración de deportistas de alto rendimiento con títulos internacionales (olimpiadas, campeonatos Mundiales y/o continentales) es justificada a partir del presupuesto que este tipo de deportistas hacen parte de un grupo de individuos que no es usual; sus extraordinarias capacidades están asociadas a múltiples factores que incuestionablemente están parcialmente determinados genéticamente. Uno de estos factores es la capacidad de responder positivamente al estímulo del entrenamiento de mejor que los deportistas promedio. Este hecho, reacción positiva al entrenamiento o entrenabilidad, se caracteriza como la capacidad de mejorar el potencial motor de un atleta a través del estímulo del entrenamiento con respecto a la edad, sexo y la estructura de las cargas de entrenamiento (Issurin et al., 2006).

## 4.2. El Estudio de Caso

El origen del término estudio de caso está vinculado a historia de caso. Este último se ha utilizado ampliamente en los campos clínicos, tales como la Psicología y la Medicina. Su versatilidad le permite una gama amplia de utilidades, que van desde la construcción de teorías hasta diagnósticos clínicos. Su utilidad le ha permitido producir conocimiento para diferentes campos de las ciencias, obtenido a través de estudios de caso de carácter individual, acumulativo y comparativo. Pero, ¿En que se fundamenta un Estudio de Caso que le permite tal variabilidad? Yin (2006) afirma que el estudio de caso se caracteriza por “el análisis de uno o más casos particulares y el examen a fondo del caso en consideración”, con el propósito final de “localizar lo global en lo local”. Así, cada estudio de caso es llevado a cabo presentando especial atención a la observación totalizadora, a la reconstrucción y el análisis de los casos bajo estudio. Por tanto, un estudio de caso es un estudio en profundidad de un caso particular, lo que lo convierte, en una de las características principales de este método de estudio permitiendo penetrar un poco más en el universo del caso estudiado. En nuestro estudio particular, en la vida del atleta y de su familia, en términos de eventos y circunstancias relacionadas a su entorno deportivo.

Cabe anotar que los estudios de caso emplean varios métodos, que pueden incluir entrevistas, observación participativa y estudios de campo. Su objetivo es la reconstrucción y el análisis de caso desde la perspectiva sociológica (Yin, 2006). El estudio de caso se basa fundamentalmente en el análisis del material empírico recolectado, la reconstrucción y el análisis de la información desde la perspectiva sociológica.

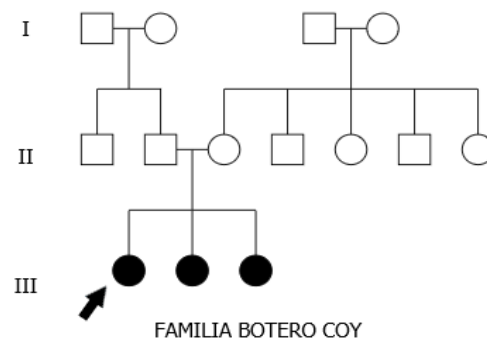
En nuestro estudio buscamos sondear el conocimiento y las vivencias de cada uno de los casos estudiados que los llevaron al logro deportivo de alto nivel.

### 4.3. El Pedigrí.

Para la presente investigación fue utilizado el análisis de pedigrís entre familias de deportistas de alto rendimiento. Este tipo de análisis busca llevar a cabo el seguimiento de un trazo o fenotipo determinado a través de todos los miembros de diferentes generaciones a partir de un miembro afectado (probando). Para el caso particular, el alto rendimiento deportivo es asumido como un fenotipo complejo de carácter dicotómico que es manifestado por los altos logros deportivos en competencias de alto nivel internacional.

El pedigrí es elaborado de acuerdo a ciertas reglas y principios. El resultado de tal investigación a menudo se expresa por medio de un diagrama genealógico y sus resultados pueden ser expresados en porcentajes, probabilidad de ocurrencia y otros medios estadísticos (Wolpert & Speer, 2005); en el presente estudio no será analizado el modo de herencia y tampoco se realizará análisis de segregación o técnicas de modelos de relación genotipo-fenotipo u otros métodos sofisticados de análisis genético.

Inicialmente se realiza la descripción de la muestra y un análisis comparativo entre los diferentes sub-grupos buscando semejanzas para las variables modalidad deportiva, nivel de rendimiento y edad de inicio de la manifestación del fenotipo, siguiendo el ejemplo de Gedda (1960); la distribución entre las familias en relación al parentesco permite comparar las familias deportivas, los hermanos deportistas y el grupo de deportistas únicos en sus respectivas



**Figura 4** – Elaboración de un pedigrí de 3 generaciones de la familia Botero Coy.

familias, en función de la posibilidad de existencia de dependencia genética del fenotipo en cuestión.

La fig. 4, muestra un pedigrí elaborado a partir de la información de la familia Botero Coy; en el pedigrí se muestra en la línea superior (I) la primera generación correspondiente a los abuelos del probando; abuelos paternos a la derecha y maternos a la izquierda; en la segunda línea (II), se indica la segunda generación o padres del probando; y en la línea (III), el probando señalado con una flecha y sus hermanos también deportistas; los círculos de color negro indica que estos sujetos son “afectados”, o han obtenido altos logros deportivos. Se identifica con la figura cuadrada a los hombres y con el círculo a las mujeres.

#### 4.4. Cuestionario

Cada uno de los participantes completó el cuestionario y contestó las preguntas de la entrevista en sus lugares de entrenamiento o en sus sitios de habitación; previamente se realizó una conversación para aclarar los alcances del estudio y la utilización que se darían a la información recolectada.

El objetivo fundamental del cuestionario fue indagar sobre la información socio-demográfica de la familia del probando y su entorno, además de la existencia o no de otros parientes deportistas de alto rendimiento y buscar la información más precisa relacionada con la vida deportiva; el inicio de la práctica deportiva y los más altos logros. El propósito de la entrevista fue indagar sobre la relación del probando con los entrenadores, el apoyo de la familia o de alguna institución en su vida deportiva, y la apreciación personal de lo que representa la vida deportiva para el probando.

La información colectada tanto en la entrevista como en el cuestionario (anexo), en relación al nivel deportivo del probando fue corroborada con la información disponible en *Internet* del Comité Olímpico Colombiano, las respectivas Federaciones Internacionales o Federaciones Nacionales, los institutos



deportivos municipales, también se contó con información de archivos digitales de los principales diarios nacionales.

Para la clasificación del nivel de los deportistas, se ha utilizado la escala utilizada por Druzhevskaya et al. (2008) según la cual se clasifican como atletas “altamente élite” si han sido campeones en campeonatos del mundo, copas del mundo o juegos olímpicos; como deportistas de “élite” a quienes han conseguido medallas de plata o bronce en campeonatos o copas del mundo o juegos olímpicos, o ganadores de campeonatos continentales; y “sub-élite” a los atletas participantes de competencias internacionales, deportistas promedio, para quienes han competido en campeonatos regionales con por lo menos 4 años de experiencia participando en sus deportes.

La información relacionada con el núcleo familiar y los logros deportivos de otros parientes fue corroborada telefónicamente al momento de realizar la entrevista.

#### **4.5. La Entrevista**

Para la realización de las entrevistas, se diseñó una serie de 5 preguntas que buscaron indagar sobre las condiciones particulares del desarrollo del talento deportivo de cada uno de los deportistas, permitiendo la participación de los entrevistados de manera abierta, con el propósito de indagar lo más detalladamente posible sobre sus particularidades.

Las preguntas utilizadas fueron seleccionadas de acuerdo al propósito de estudio, y a la creación de una historia de vida de cada uno de los deportistas, su entorno y su deporte. El texto sobre el cual se basó la selección de las preguntas fue *Developing talent in young people* (Bloom, 1985) de acuerdo a estudios con campeones olímpicos, que arrojaron información relevante acerca de los procesos de desarrollo de talentos deportivos, que alcanzaron los más altos logros en sus respectivas disciplinas deportivas.

Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

1. *¿Encuentra alguna diferencia en su comportamiento hacia el entrenamiento y la competencia?*
2. *¿Considera que entrenar y competir es un sacrificio?*
3. *¿En qué momento se dio cuenta que podría llegar a ser un gran campeón?*
4. *¿Considera que el apoyo de la familia es importante en el camino a los altos logros deportivos?*
5. *¿Considera que el apoyo institucional es importante en la consecución de altos logros deportivos?*
6. *¿Cómo fue la relación con sus entrenadores?*

#### **4.6. Muestra y procedimiento**

Los altos logros deportivos en competencias internacionales en modalidades individuales constituyeron el principal criterio de selección, independientemente de mantener o no la calidad de deportistas activo; los casos de hijos adoptados no fueron tenidos en cuenta.

De una población inicial de 103 familias de deportistas colombianos fueron seleccionadas 78 que incluyen la presencia de 1577 parientes relativos de primero y segundo grado entre las cuales se verificó la presencia de 149 deportistas de alto rendimiento.

Las familias seleccionadas fueron divididas en tres sub-grupos, Tabla 2, muestra la distribución en relación al parentesco de los probandos en cada una de ellas, así: grupo (A) deportistas con parientes también deportistas (exceptuando hermanos, si fuera el único caso presente en la familia además del probando); grupo (B) alguno de sus hermanos (as), es o fue también atleta de rendimiento en la misma u otra disciplina, grupo (C) deportistas de rendimiento sin parientes o hermanos deportistas.

**Tabla 2 – Distribución de la muestra por familia y nivel de rendimiento****TABLAS DESCRIPTIVAS**

<p>a)</p>	<p>b)</p>	<p>c)</p>																																																																																									
<p><b>FAMILIAS DE DEPORTISTAS</b></p> <table> <tr> <th>MEDALLISTAS MUNDIALES</th></tr> <tr><td>1BERNARDO TOVAR</td></tr> <tr><td>2 SHANEEN HOWARD</td></tr> <tr><td>3VANESSA URREA</td></tr> <tr> <th>MEDALLISTAS PANAMERICANOS</th></tr> <tr><td>4 NATALIA LOZANO</td></tr> <tr><td>5 RAMON GARCÉS</td></tr> <tr><td>6 LINA PAOLA OSORIO</td></tr> <tr><td>7KLENDY GUA VITA</td></tr> </table>	MEDALLISTAS MUNDIALES	1BERNARDO TOVAR	2 SHANEEN HOWARD	3VANESSA URREA	MEDALLISTAS PANAMERICANOS	4 NATALIA LOZANO	5 RAMON GARCÉS	6 LINA PAOLA OSORIO	7KLENDY GUA VITA	<p><b>HERMANOS DEPORTISTAS</b></p> <table> <tr> <th>MEDALLISTAS OLIM PICOS</th></tr> <tr><td>8 MARIA I URRUTIA</td></tr> <tr><td>9 JACKELINE RENTERIA</td></tr> <tr> <th>MEDALLISTAS MUNDIALES</th></tr> <tr><td>10 YESSENIA SOLIS</td></tr> <tr><td>11UBALDINA VALOYES</td></tr> <tr><td>12 CARLOS ANDICA</td></tr> <tr><td>13 GLORIA BEJARANO</td></tr> <tr><td>14 EDGAR VARGAS</td></tr> <tr> <th>MEDALLISTAS INTERNACIONALES</th></tr> <tr><td>15 PABLO WILCHES</td></tr> <tr><td>16 RAFAEL TOLOSA</td></tr> <tr><td>17 EDGAR SANCHEZ</td></tr> <tr> <th>MEDALLISTAS PANAMERICANOS</th></tr> <tr><td>18 PABLO RESTREPO</td></tr> <tr><td>19 ALEXANDER BRAND</td></tr> <tr><td>20 FERNANDO IZQUIERDO</td></tr> <tr><td>21CAMILO ARENAS</td></tr> <tr><td>22 WILSON MEDINA</td></tr> <tr><td>23 PAOLA BOHADA</td></tr> <tr><td>24 PATRICIA BOTERO</td></tr> <tr><td>25 SANTIAGO PACHON</td></tr> <tr><td>26 ALEJANDRO HERNANDEZ</td></tr> <tr><td>27 LINA PINEDA</td></tr> <tr><td>28 JHON FUTTINICO</td></tr> <tr> <th>MEDALLISTAS C / S / AMERICANOS</th></tr> <tr><td>29 ALONSO NAVARRO</td></tr> <tr><td>30 PILAR RAYO</td></tr> <tr><td>31LOUIS MATIZ</td></tr> <tr><td>32 MAURICIO LADINO</td></tr> <tr><td>33 JAMES RENDON</td></tr> <tr><td>34 NICOLAS GIRALDO</td></tr> <tr><td>35 LADY VILLAMARIN</td></tr> <tr><td>36 CAROLINA BAUTISTA</td></tr> <tr><td>37 LEWIS ASPRILLA</td></tr> </table>	MEDALLISTAS OLIM PICOS	8 MARIA I URRUTIA	9 JACKELINE RENTERIA	MEDALLISTAS MUNDIALES	10 YESSENIA SOLIS	11UBALDINA VALOYES	12 CARLOS ANDICA	13 GLORIA BEJARANO	14 EDGAR VARGAS	MEDALLISTAS INTERNACIONALES	15 PABLO WILCHES	16 RAFAEL TOLOSA	17 EDGAR SANCHEZ	MEDALLISTAS PANAMERICANOS	18 PABLO RESTREPO	19 ALEXANDER BRAND	20 FERNANDO IZQUIERDO	21CAMILO ARENAS	22 WILSON MEDINA	23 PAOLA BOHADA	24 PATRICIA BOTERO	25 SANTIAGO PACHON	26 ALEJANDRO HERNANDEZ	27 LINA PINEDA	28 JHON FUTTINICO	MEDALLISTAS C / S / AMERICANOS	29 ALONSO NAVARRO	30 PILAR RAYO	31LOUIS MATIZ	32 MAURICIO LADINO	33 JAMES RENDON	34 NICOLAS GIRALDO	35 LADY VILLAMARIN	36 CAROLINA BAUTISTA	37 LEWIS ASPRILLA	<p><b>DEPORTISTAS UNICOS</b></p> <table> <tr> <th>MEDALLISTAS OLIM PICOS</th></tr> <tr><td>38 OSCAR FIGUEROA</td></tr> <tr> <th>MEDALLISTAS MUNDIALES</th></tr> <tr><td>39 SANDRA ROA</td></tr> <tr><td>40 YOLANDA FERNANDEZ</td></tr> <tr><td>41PAMELA OLGUIN</td></tr> <tr><td>42 CRISTIAN DIAZGRANADOS</td></tr> <tr><td>43 MARTA RAMIREZ</td></tr> <tr><td>44 ANTONIO RUALES</td></tr> <tr><td>45 SERGIO RADA</td></tr> <tr><td>46 ISABEL PEREZ</td></tr> <tr><td>47 JACKELINE HEREDIA</td></tr> <tr><td>48 NISIDA PALOMEQUE</td></tr> <tr><td>49 CARLOS PUERTO</td></tr> <tr><td>50 DARLENIS OBREGON</td></tr> <tr><td>51CECILIA BAENA</td></tr> <tr> <th>MEDALLISTAS INTERNAC/PANAM</th></tr> <tr><td>52 CARLOS SIACHOQUE</td></tr> <tr><td>53 OLIVERIO CARDENAS</td></tr> <tr><td>54 ALIRIO CARRASCO</td></tr> <tr><td>55 NELSON GARCIA</td></tr> <tr><td>56 JHON GARCIA</td></tr> <tr><td>57 INGRID HERNANDEZ</td></tr> <tr><td>58WILMER TORRES</td></tr> <tr><td>59 MIRTHA BROCK</td></tr> <tr><td>60 FREDY SERRANO</td></tr> <tr><td>61MARYENNY CARABALI</td></tr> <tr><td>62 MIGUEL PINEDA</td></tr> <tr><td>63 PEDRO GRAJALES</td></tr> <tr><td>64 MARYURY VALENCIA</td></tr> <tr><td>65 FELIPE CAMBINDO</td></tr> <tr><td>66 DANIEL SIERRA</td></tr> <tr> <th>MEDALLISTAS C/SUR AMERICANOS</th></tr> <tr><td>67 ALEJANDRO BELTRAN</td></tr> <tr><td>68 CAMILO ORJUELA</td></tr> <tr><td>69 MARCELA VELAZCO</td></tr> <tr><td>70 ANGELICA ORTIZ</td></tr> <tr><td>71NANCY VANEGAS</td></tr> <tr><td>72 JASON GUTIERREZ</td></tr> <tr><td>73 ANGELA FIGUEROA</td></tr> <tr><td>74 JHON TELLO</td></tr> <tr><td>75 CAMILA LOZANO</td></tr> <tr><td>76 OSCAR ROBAYO</td></tr> <tr><td>77 MUÑOZ JULIO</td></tr> <tr><td>78 MIGUEL MORANTES</td></tr> </table>	MEDALLISTAS OLIM PICOS	38 OSCAR FIGUEROA	MEDALLISTAS MUNDIALES	39 SANDRA ROA	40 YOLANDA FERNANDEZ	41PAMELA OLGUIN	42 CRISTIAN DIAZGRANADOS	43 MARTA RAMIREZ	44 ANTONIO RUALES	45 SERGIO RADA	46 ISABEL PEREZ	47 JACKELINE HEREDIA	48 NISIDA PALOMEQUE	49 CARLOS PUERTO	50 DARLENIS OBREGON	51CECILIA BAENA	MEDALLISTAS INTERNAC/PANAM	52 CARLOS SIACHOQUE	53 OLIVERIO CARDENAS	54 ALIRIO CARRASCO	55 NELSON GARCIA	56 JHON GARCIA	57 INGRID HERNANDEZ	58WILMER TORRES	59 MIRTHA BROCK	60 FREDY SERRANO	61MARYENNY CARABALI	62 MIGUEL PINEDA	63 PEDRO GRAJALES	64 MARYURY VALENCIA	65 FELIPE CAMBINDO	66 DANIEL SIERRA	MEDALLISTAS C/SUR AMERICANOS	67 ALEJANDRO BELTRAN	68 CAMILO ORJUELA	69 MARCELA VELAZCO	70 ANGELICA ORTIZ	71NANCY VANEGAS	72 JASON GUTIERREZ	73 ANGELA FIGUEROA	74 JHON TELLO	75 CAMILA LOZANO	76 OSCAR ROBAYO	77 MUÑOZ JULIO	78 MIGUEL MORANTES
MEDALLISTAS MUNDIALES																																																																																											
1BERNARDO TOVAR																																																																																											
2 SHANEEN HOWARD																																																																																											
3VANESSA URREA																																																																																											
MEDALLISTAS PANAMERICANOS																																																																																											
4 NATALIA LOZANO																																																																																											
5 RAMON GARCÉS																																																																																											
6 LINA PAOLA OSORIO																																																																																											
7KLENDY GUA VITA																																																																																											
MEDALLISTAS OLIM PICOS																																																																																											
8 MARIA I URRUTIA																																																																																											
9 JACKELINE RENTERIA																																																																																											
MEDALLISTAS MUNDIALES																																																																																											
10 YESSENIA SOLIS																																																																																											
11UBALDINA VALOYES																																																																																											
12 CARLOS ANDICA																																																																																											
13 GLORIA BEJARANO																																																																																											
14 EDGAR VARGAS																																																																																											
MEDALLISTAS INTERNACIONALES																																																																																											
15 PABLO WILCHES																																																																																											
16 RAFAEL TOLOSA																																																																																											
17 EDGAR SANCHEZ																																																																																											
MEDALLISTAS PANAMERICANOS																																																																																											
18 PABLO RESTREPO																																																																																											
19 ALEXANDER BRAND																																																																																											
20 FERNANDO IZQUIERDO																																																																																											
21CAMILO ARENAS																																																																																											
22 WILSON MEDINA																																																																																											
23 PAOLA BOHADA																																																																																											
24 PATRICIA BOTERO																																																																																											
25 SANTIAGO PACHON																																																																																											
26 ALEJANDRO HERNANDEZ																																																																																											
27 LINA PINEDA																																																																																											
28 JHON FUTTINICO																																																																																											
MEDALLISTAS C / S / AMERICANOS																																																																																											
29 ALONSO NAVARRO																																																																																											
30 PILAR RAYO																																																																																											
31LOUIS MATIZ																																																																																											
32 MAURICIO LADINO																																																																																											
33 JAMES RENDON																																																																																											
34 NICOLAS GIRALDO																																																																																											
35 LADY VILLAMARIN																																																																																											
36 CAROLINA BAUTISTA																																																																																											
37 LEWIS ASPRILLA																																																																																											
MEDALLISTAS OLIM PICOS																																																																																											
38 OSCAR FIGUEROA																																																																																											
MEDALLISTAS MUNDIALES																																																																																											
39 SANDRA ROA																																																																																											
40 YOLANDA FERNANDEZ																																																																																											
41PAMELA OLGUIN																																																																																											
42 CRISTIAN DIAZGRANADOS																																																																																											
43 MARTA RAMIREZ																																																																																											
44 ANTONIO RUALES																																																																																											
45 SERGIO RADA																																																																																											
46 ISABEL PEREZ																																																																																											
47 JACKELINE HEREDIA																																																																																											
48 NISIDA PALOMEQUE																																																																																											
49 CARLOS PUERTO																																																																																											
50 DARLENIS OBREGON																																																																																											
51CECILIA BAENA																																																																																											
MEDALLISTAS INTERNAC/PANAM																																																																																											
52 CARLOS SIACHOQUE																																																																																											
53 OLIVERIO CARDENAS																																																																																											
54 ALIRIO CARRASCO																																																																																											
55 NELSON GARCIA																																																																																											
56 JHON GARCIA																																																																																											
57 INGRID HERNANDEZ																																																																																											
58WILMER TORRES																																																																																											
59 MIRTHA BROCK																																																																																											
60 FREDY SERRANO																																																																																											
61MARYENNY CARABALI																																																																																											
62 MIGUEL PINEDA																																																																																											
63 PEDRO GRAJALES																																																																																											
64 MARYURY VALENCIA																																																																																											
65 FELIPE CAMBINDO																																																																																											
66 DANIEL SIERRA																																																																																											
MEDALLISTAS C/SUR AMERICANOS																																																																																											
67 ALEJANDRO BELTRAN																																																																																											
68 CAMILO ORJUELA																																																																																											
69 MARCELA VELAZCO																																																																																											
70 ANGELICA ORTIZ																																																																																											
71NANCY VANEGAS																																																																																											
72 JASON GUTIERREZ																																																																																											
73 ANGELA FIGUEROA																																																																																											
74 JHON TELLO																																																																																											
75 CAMILA LOZANO																																																																																											
76 OSCAR ROBAYO																																																																																											
77 MUÑOZ JULIO																																																																																											
78 MIGUEL MORANTES																																																																																											

Tabla 2: Distribución de la muestra por familiaridad, nivel de rendimiento obtenido.

A. Deportistas con un ancestro deportista en su núcleo familiar, con nivel igual o diferente al del probando.

B. Deportistas con hermanos deportistas con nivel igual o diferente al del probando

C. Deportistas sin ancestros o hermanos deportistas en sus familias.

La muestra fue constituida por un total de 78 familias con el mismo número de probandos, 34 mujeres (43,6%) y 44 hombres (56,4%).

Al momento de la entrevista, las edades de los deportistas y ex-deportistas varía entre los 13 y 67 años, con una media de  $26,6 \pm 12,12$ ; el tiempo de práctica deportiva de los sujetos corrió entre los 3 y los 50 años, con una media de  $11,72 \pm 7,33$ ; la edad a los máximos logros deportivos de cada uno de ellos varió entre los 13 y 39 con una media de  $21,2 \pm 5,4$ .

En cuanto a las disciplinas practicadas, encontramos que el mayor número de deportistas hacen parte de deportes como el atletismo (20), levantamiento de pesas (12), ciclismo (10), lucha (10) y patinaje (10); cuatro de estos deportes son los más populares y con mayor éxito internacional.

Dentro de las 78 familias, se encontraron un total de 140 miembros que evidenciaron alto rendimiento deportivo; el grupo A (grafico 2), fue constituido por un total de 7 familias, con 31 miembros en primer grado relativo, de los cuales 24 (77,4%), son portadores del fenotipo referido; en este grupo fueron encontrados otros 10 parientes de segundo grado relativo portadores del fenotipo, el grupo B, constituido por 30 familias, con un total de 183 miembros, de los cuales 75 (41%) fueron atletas de alto rendimiento, y el grupo C, constituido por 41 familias, con un total de 211 miembros, de los cuales, 41 (19,4%) registraron el fenotipo del alto rendimiento deportivo.

Los análisis de los resultados son de tipo primordialmente descriptivo, siendo que el primer análisis corresponde a la estimativa de la agregación familiar, para el cual fue utilizado software de epidemiología genética (S.A.G.E 6.4, 2016), en correspondencia con el modelo propuesto por Elston e Stewart (1971), nos permitirá estimar la  $h^2$  de las familias y las correlaciones hermano-hermano, medios hermanos, padres-hijos y las correlaciones medio ambientales.

Aunque existen sistemas de análisis de segregación para identificar el modo de herencia y técnicas para modelar las relaciones fenotipo-genotipo como GWAS, ninguna de ellas será utilizada debido al tamaño de la muestra y a la carencia de información genética necesarios para ser utilizados.

El segundo análisis pretende verificar la presencia de *issosportivation-allosportivation*, utilizado por Gedda (1960) en sus estudios iniciales, analizando si los logros obtenidos y las modalidades practicadas por los miembros de las familias deportivas siguen uno de los dos patrones y su índice respectivo.



## 5. RESULTADOS

---





## 5. RESULTADOS

Los datos obtenidos en el estudio de las familias de atletas colombianos han sido analizados utilizando el software para epidemiología genética (S.A.G.E. 6.4, 2016), según el modelo (Elston & Stewart, 1971), y un algoritmo (Elston et al. 1992); los resultados para el análisis de agregación familiar del rendimiento deportivo muestran un grado de heredabilidad substancial de ( $h^2=0,57$ ), y las correlaciones residuales, así como las correlaciones ambientales, revelan la importancia de otros factores compartidos de los hermanos más allá de la información genética (ver tabla 3).

**Tabla 3** – Parámetros estimados de heredabilidad para las familias deportivas colombianas.

Parameters	Estimates	Standard-Error	p-value
Heritability	0,57	0,06	< 0,001
Residual Family correlations			
Full Sibs	0,59	0,03	< 0,001
Half-Sibs	0,14	0,01	< 0,001
Parent-Offspring	0,29	0,03	< 0,001
Environmental Correlations			
Full-Sibs	0,72	0,07	< 0,001

§ Ajustado por sexo y raza

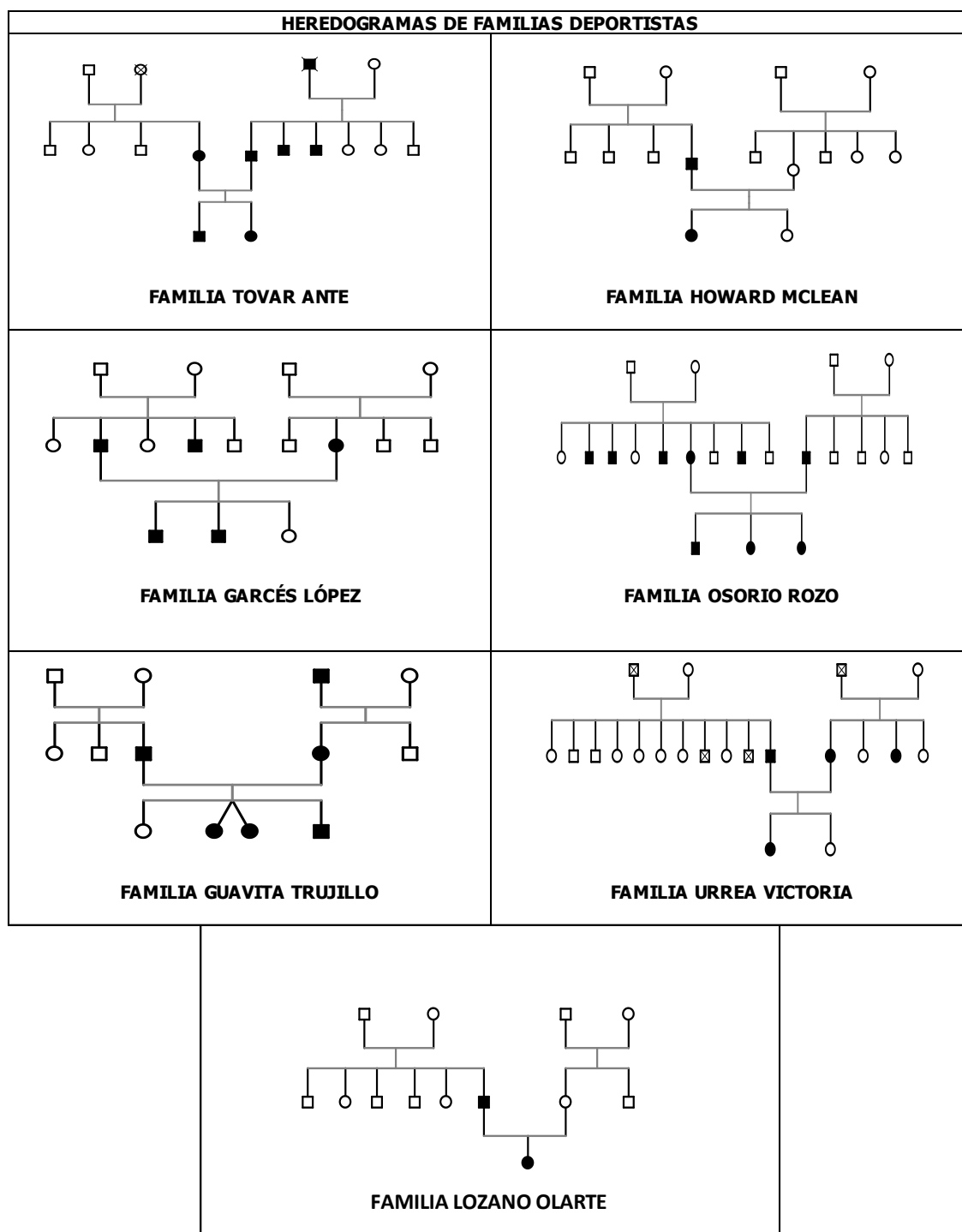
La tabla 4, nos muestra que en las “familias deportivas”, el porcentaje de miembros deportistas varió entre 2 (13%) y el 7 (44%); en cuanto a las modalidades practicadas, nivel alcanzado y edad de inicio, se encontraron los siguientes resultados:  $n=7$ , el 33% de las familias mostraron que practicaron disciplinas diferentes, y el restante 67%, lo hizo en la misma modalidad; para el caso del nivel deportivo alcanzado, el 67% mostró divergencia en el rendimiento obtenido, en tanto que sólo el 33% alcanzó niveles semejantes; el 93 % mostró diferencias en la edad de inicio de la práctica deportiva.

**Tabla 4** – Diferencias y semejanzas entre modalidades, nivel de desempeño y edad de inicio de la práctica deportiva entre “familias deportivas”.

Apellido de la familia	Nivel Deportivo	Miembros de la familia	Deportistas	% Atletas	Modalidad practicada		Nivel alcanzado		Edad de inicio de la practica	
					≠	≈	≠	≈	≠	≈
Tovar	Mundial	16	7	44 %		X		X	X	
Howard	Mundial	15	2	13 %	X		X		X	
Urrea	Mundial	21	4	19 %	X		X		X	
Lozano	Panamericano	13	2	15 %		X		X		X
Garcez	Panamericano	16	5	31 %		X	X		X	
Osorio	Panamericano	21	9	43 %	X		X		X	
Guavita	Panamericano	13	5	39 %		X	X		X	

Los pedigrís de las familias deportivas Fig. 5, muestra la línea de que ha seguido el fenotipo del alto rendimiento durante dos o mas generaciones; se destacan las familias Tovar Ante en la que el deporte del tiro con pistola ha sido una constante durante 3 generaciones “afectando” a 5 de sus miembros, iniciando el linaje con Bernardo Tova Paredes campeón nacional, quien ha transmitido sus genes y su pasión por el deporte a Bernardo Tovar, quien ha llegado a participar en dos Juegos Olímpicos, y múltiple campeón mundial y panamericano, y de quien dedicamos un estudio de caso que será analizado posteriormente.

También podemos apreciar el pedigrí de la familia Guávita Trujillo en la cual el deporte del atletismo en la modalidad de marcha atlética ha seguido una línea vertical desde su padre Néstor Hernando atleta de nivel nacional a su hijo Jhostyn atleta de nivel nacional y a sus dos hijas gemelas Kendly medallista suramericana y Leslie, campeona panamericana.



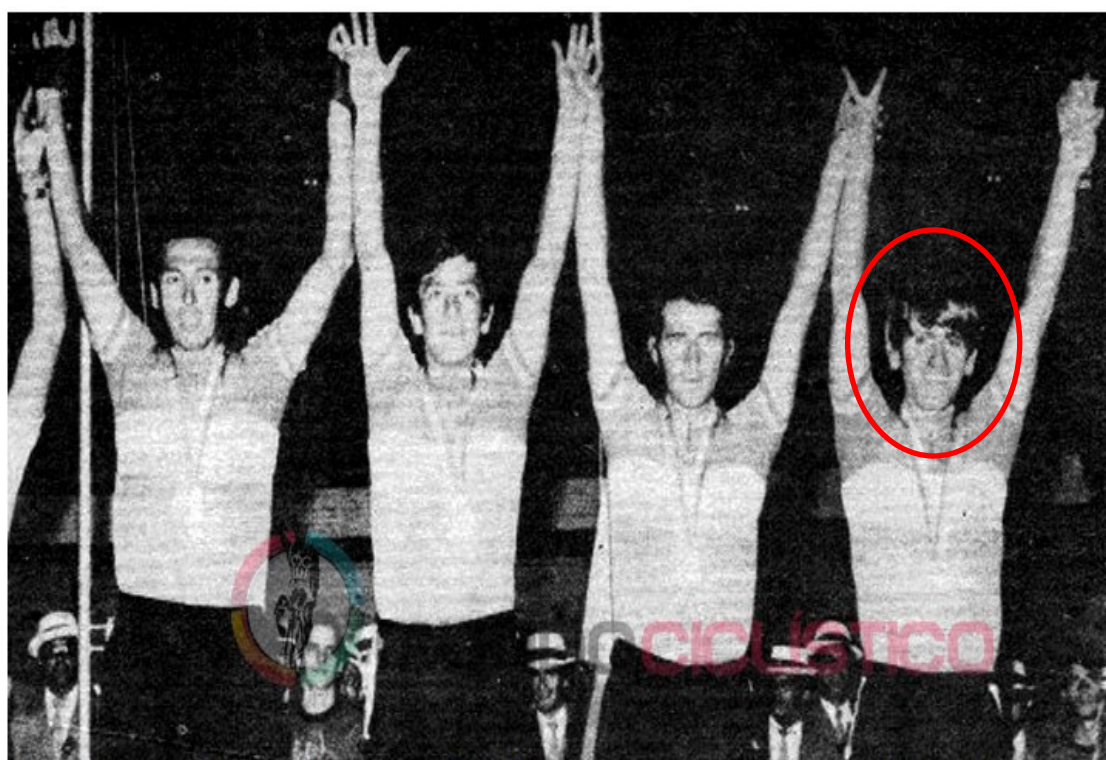
**Figura 5** – Heredogramas de “Familias Deportivas”, los sujetos sombreados identifican a quienes manifestaron el fenotipo del alto rendimiento deportivo, el sujeto señalado por la flecha corresponde al probando o sujeto entrevistado; es visible la acumulación de sujetos deportistas de alto rendimiento al interior de cada una de ellas.

### 5.1. Ejemplo 1. Familias Deportivas

Se han seleccionado 3 familias representativas para realizar una breve descripción al respecto de su estructura e historia.

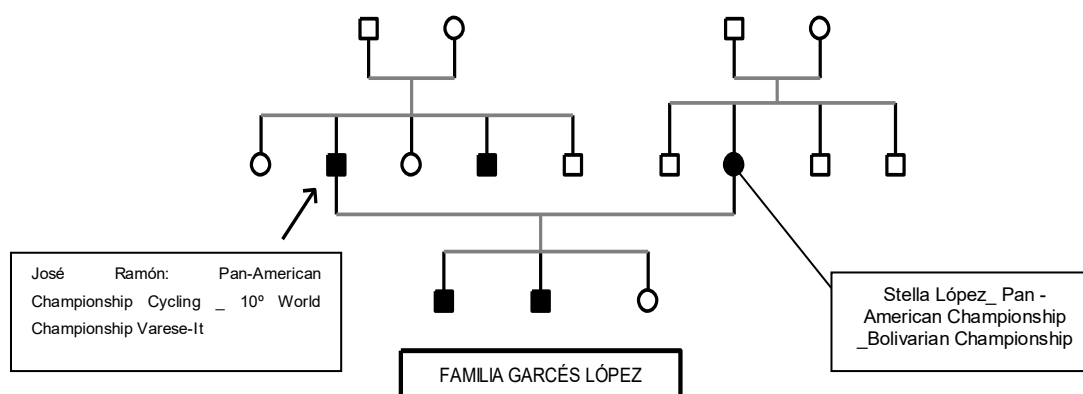
#### **5.1.1. Familia 1 – José Ramón Garcés**

Los Juegos Panamericanos de 1971 en Cali, fueron el escenario que dio origen a la naciente historia del ciclismo y del deporte colombiano; en estos juegos, José Ramón Garcés obtiene la medalla de oro en la persecución por equipos, acompañado por ciclistas inolvidables ciclistas nacionales como Luis H. Díaz, Jorge Hernández, José Ramón Garcés y el reciente campeón mundial de la hora en 1970, Martín Emilio “*cochise*” Rodríguez, equipo de lujo para la antesala de la gloria del deporte nacional (Imagen 1). El mismo año, José Ramón obtiene el 10º lugar en el campeonato mundial en Varese, Italia. Un año antes José Ramón Garcés obtenía el oro en los 4.000 metros persecución por equipos en los VI Juegos Bolivarianos Maracaibo 1970, mismos juegos en los que Stella López, su futura esposa, obtenía el oro en la modalidad de saltos plataforma 10 metros y medalla de plata en el salto de trampolín 3 metros. De esta relación enmarcada dentro del ambiente deportivo, nacerían Álvaro José Garcés, campeón nacional de *Down Hill*; medalla de oro en el campeonato panamericano MTB en la categoría Máster A 2 DH, y escalonado dentro de los 8 mejores del mundo, y José David Garcés, bicicrosista de nivel panamericano; la fig. 6, nos muestra el pedigrí de la familia Garcés.



Cochise Rodríguez, Luis H. Díaz, Jorge Hernández y José Ramón Garcés, se bañaron de oro en los Panamericanos de 1971. Foto Cortesía: El ciclismo colombiano en el Mundo (Próximo a aparecer)

**Imagen 1** – José Ramón Garcés, equipo campeón de ciclismo en pista, Juegos Panamericanos 1971, Cali, Colombia.

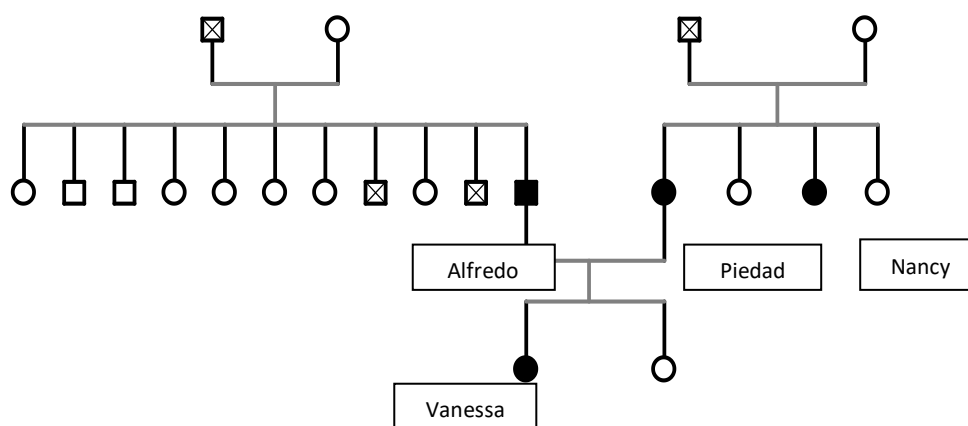


**Figura 6** – Familia deportiva: José Ramón Garcés.

### **5.1.2. Familia 2 – Vanessa Urrea Victoria**

Vanessa Urrea Victoria, Deportista de la modalidad de natación con aletas o subacuáticas, ha sido campeona nacional desde las categorías infantil y juvenil iniciando su carrera deportiva en 2003 y un año después participa en el evento más importante a nivel nacional – Juegos Nacionales 2004 y un año después participa en el campeonato mundial en La Ciotat, Francia. Su vertiginosa carrera deportiva continua con participaciones en Rusia 2006, y obtiene su mejor desempeño en el campeonato mundial ocupando el 9no lugar en 50mts apnea; hija Piedad, nadadora y practicante de buceo deportivo y de Alfredo tenista, recibió desde muy temprano el estímulo y la disciplina por las actividades deportivas, de las cuales también su hermana Nancy ha recibido el “gen deportivo”, Fig. 7.

#### **VANESSA URREA VICTORIA**



**Figura 7 – Heredograma familia Urrea Victoria**



### Hermanos deportistas:

En la muestra fueron identificadas 30 familias en las cuales 2 o más hermanos deportistas entre los cuales 2 obtuvieron logros olímpicos, 5 nivel mundial, 3 pruebas internacionales especialmente en el ciclismo, 11 nivel Panamericano, y 9 nivel centro y suramericano. La estimativa de la heredabilidad, entre hermanos ( $h^2 = 0,59$ ), nos arroja un resultado alto, que nos indica la influencia de los factores genéticos en la variación entre hermanos, el porcentaje de hermanos dentro de este grupo varió entre el 15 y el 100%.

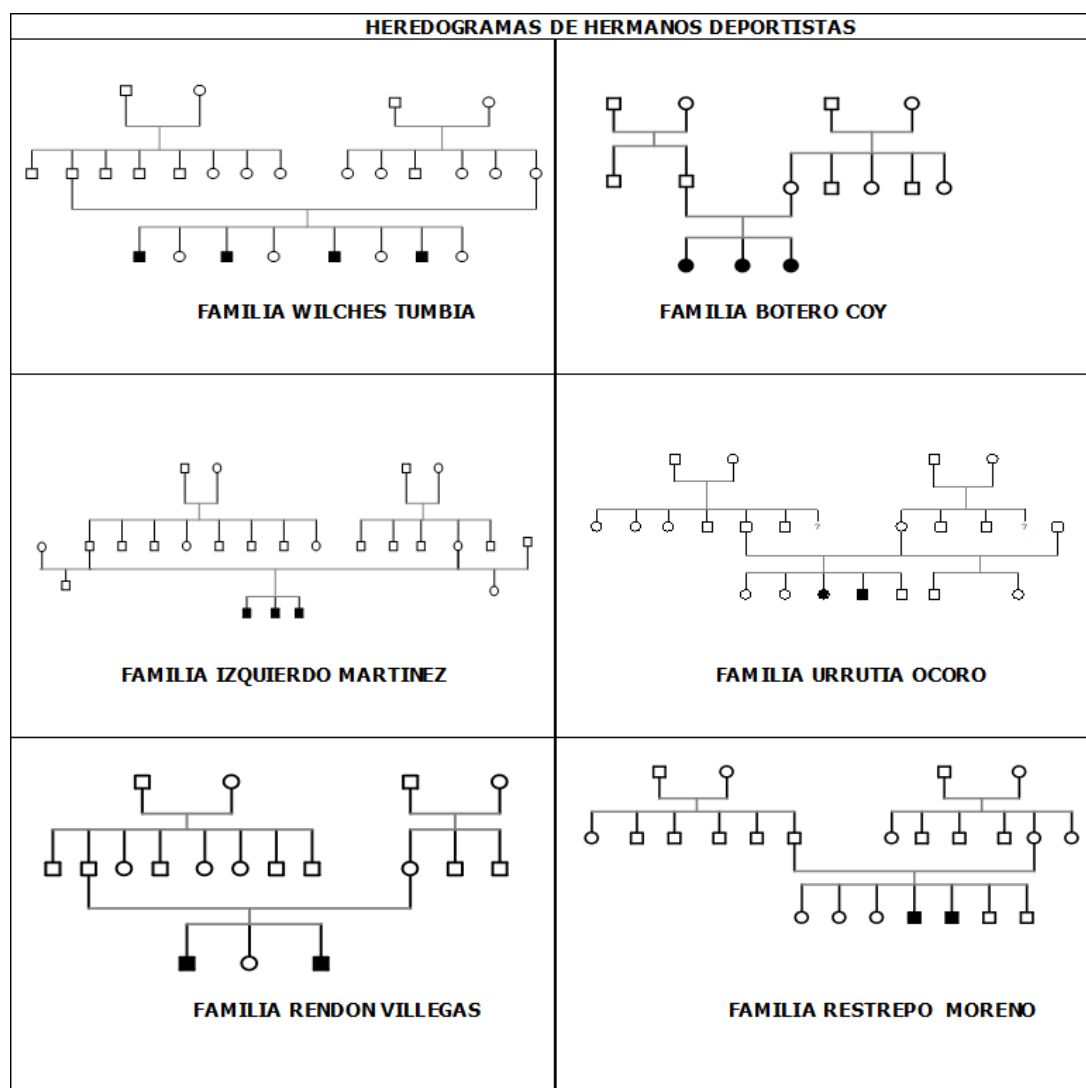
**Tabla 5** – Diferencias y semejanzas entre modalidades, nivel de desempeño y edad de inicio de la práctica deportiva entre “Hermanos deportistas”.

Familia	Nivel	# Hermanos	# Hermanos Deportistas	% Deportistas	Modalidades		Nivel de rendimiento		Inicio práctica deportiva	
					≠	≈	≠	≈	≠	≈
Urrutia	Olímpico	5	2	40	x		x			x
Rentería	Olímpico	5	2	40		x	x			x
Solís	Mundial	7	4	57	x		x			x
Valoyes	Mundial	2	2	100		x	x			x
Andica	Mundial	4	2	50		x		x		x
Bejarano	Mundial	4	2	50		x	x			x
Vargas	Internacional	4	2	50		x	x		x	
Wilches	Internacional	8	4	50		x	x		x	
Tolosa	Internacional	13	2	15		x	x			x
Sánchez	Panamerican	7	3	43		x	x		x	
Restrepo	Panamerican	7	2	29		x	x			x
Brand	Panamerican	3	3	100		x	x		x	
Izquierdo	Panamerican	3	3	100		x	x			x
Arenas	Panamerican	3	3	100		x		x	x	
Medina	Panamerican	3	2	67		x	x			x
Bohada	Panamerican	3	2	67		x	x			x
Botero	Panamerican	3	3	100		x		x		x
Pachón	Panamerican	2	2	100	x			x	x	
Hernández	Panamerican	2	2	100		x		x	x	
Pineda	Panamerican	2	2	100		x		x		x
Futinico	Panamerican	3	2	67	x		x			x
Navarro	Centroamer	6	2	33	x		x			x
Rayo	Centroamer	3	3	100		x	x			x
Matiz	Suramericano	2	2	100		x	x			x
Ladino	Suramericano	6	3	50		x	x		x	
Rendón	Suramericano	3	2	67		x		x		x
Giraldo	Suramericano	2	2	100		x		x		x
Villamarín	Suramericano	5	2	40		x	x			x
Bautista	Suramericano	3	2	67	x		x		x	
Kohler	Suramericano	2	2	100		x	x		x	

La tabla 5, muestra las familias en las cuales la presencia del alto rendimiento deportivo se ha manifestado dentro de la tercera generación; el número de hermanos varía entre 2 a 13, y el porcentaje de hermanos afectados varía entre



el 15% y el 100%; en cuanto a las modalidades practicadas, el 80% practica modalidades similares, evidenciando el fenómeno de *issosportivation*; para el nivel deportivo alcanzado, el 73% mostró niveles diferentes al nivel del probando; la edad de inicio de la práctica deportiva fue similar alcanzando un 33% de diferencias.



**Figura 9** – Heredogramas de 6 de las 30 familias de “Hermanos Deportistas” en las cuales 2 o más hermanos consiguieron logros a nivel internacional.

Los pedigrís del grupo “hermanos deportistas” Fig. 9, hemos escogido la más representativa en el deporte colombiano, que por sus particularidades como familias y sus logros deportivos han mantenido su nombre en la memoria de cualquier colombiano de las últimas generaciones; las familias Wilches Tumbía, representa un caso particular por la presencia de agregación para el ciclismo en ruta entre 4 de los miembros de la tercera generación.

## 5.2. Ejemplo 2: hermanos deportistas

En el deporte olímpico ha sido común la presencia de hermanos deportistas que obtienen altos logros en iguales o diferentes disciplinas, uno de los ejemplos más recientes es el de las hermanas Venus y Serena Williams, la primera, 7 veces campeona del Grand Slam y Serena, 23 veces ganadora del mismo título; campeonas olímpicas consecutivas en Sídney 2000 en la modalidad individual y dobles, igualmente en Beijing 2008 y Londres 2012; dejan una marca inalcanzable en la historia del deporte mundial. Los hermanos irlandeses Gary and Paul O'Donovan, destacados en el deporte del remo, han obtenido medalla de plata en Rio 2012, oro en campeonatos mundiales y múltiples campeonatos europeos, los hermanos O'Donovan, participan juntos en la modalidad LM2x; Los hermanos Alistair y Jonathan Brownlee, triatletas británicos, competidores en juegos olímpicos de 2012 y 2016, siendo el primero el campeón y Jonathan medalla de plata en Londres 2012 y tercero en Rio 2016 en la misma prueba.

En la muestra fueron identificadas 30 familias en las cuales 2 o más hermanos deportistas entre los cuales 2 obtuvieron logros olímpicos, 5 nivel mundial, 3 pruebas internacionales especialmente en el ciclismo, 11 nivel Panamericano, y 9 nivel centro y suramericano.

### **5.2.1. Familia Wilches Tumbía**

Conocida en el ciclismo colombiano como “*la wilchería*”, representa uno de los ejemplos de alto rendimiento generacional para el deporte del ciclismo, que se extiende actualmente a su tercera generación de pedalistas profesionales que participan en las principales carreras del calendario internacional, actualmente cuenta con un proyecto llamado “*Wilches Team*”.

La dinastía inicia con Pablo Wilches, 5to en la vuelta a Francia 1987, vislumbró su futuro al ser campeón de la montaña en su primera vuelta a Colombia en los años 80s, anhelaba competir campeonatos del mundo y vueltas a Francia y España, sueños que por su dedicación y fortaleza se hicieron realidad. Sus hermanos Marcos, Ricardo y Gustavo figuraron igualmente en el ciclismo colombiano e internacional; una segunda generación dio inicio con Juan Pablo, y continúa actualmente con en más joven de los “Pablos”, y su hermano Norberto, quien era el líder de la montaña del equipo del actual múltiple campeón del Tour de France Chris Froome, vio frustradas sus ilusiones por un grave accidente en competencia. Esperaremos los frutos de esta dinastía ciclística.

### **Familias con un único deportista**

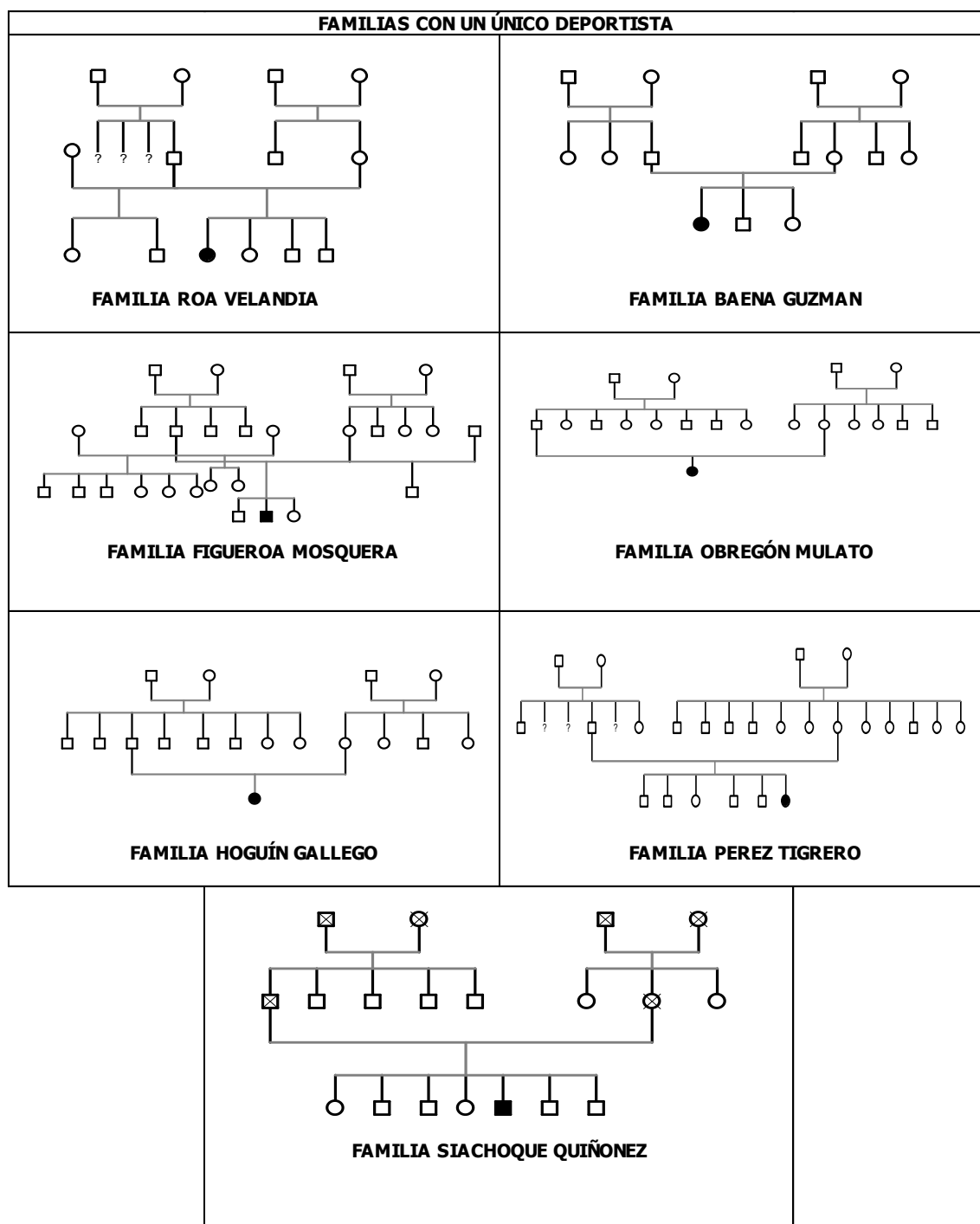
El grupo de familias que solo presentan un único deportista, Tabla 6, sin cualquier antecedente de rendimiento deportivo en las generaciones anteriores o presencia de hermanos deportistas; de este grupo cabe destacar que se encuentra uno de los atletas más representativos del deporte colombiano en el deporte del levantamiento de pesas, Osca Albeiro Figueroa, campeón mundial Juvenil, campeón mundial mayores en la categoría de los 62 Kg. En este grupo se encuentran también figuras como Margarita Cecilia Baena, múltiple campeona mundial en patinaje de pista en los 500m, 1000m y la maratón convirtiéndose en figura nacional en este deporte; Sandra Viviana Roa, campeona Panamericana de lucha en la categoría de los 63 Kg en el año 2012, representa una nueva generación para el deporte femenino, junto con Jackeline

Rentería, han marcado una nueva historia para el deporte colombiano en esta disciplina.

**Tabla 6** – Tabla de familias con un único deportista.

Id Familia	Apellido	Nivel de rendimiento	# Integrantes del núcleo familiar	# De deportistas en la familia	Otros parientes deportistas
37	Figueróa	Olimpico	6	1	0
38	Roa	Mundial	6	1	0
39	Hernández	Mundial	5	1	0
40	Holguín	Mundial	3	1	0
41	Diazgranados	Mundial	3	1	0
42	Ramírez	Mundial	3	1	0
43	Ruales	Mundial	3	1	0
44	Rada	Mundial	7	1	0
45	Pérez	Mundial	8	1	0
46	Heredia	Mundial	7	1	0
47	Palomeque	Mundial	5	1	0
48	Puerto	Mundial	3	1	0
49	Obregón	Mundial	3	1	0
50	Baena	Mundial	5	1	0
51	Siachoque	Internacional	9	1	0
52	Cárdenas	Internacional	11	1	0
53	Carrasco	Internacional	6	1	0
54	García	Internacional	5	1	0
55	García	Panamericano	6	1	0
56	Hernández	Panamericano	7	1	0
57	Torres	Panamericano	4	1	0
58	Brock	Panamericano	4	1	0
59	Serrano	Panamericano	7	1	0
60	Carabalí	Panamericano	3	1	0
61	Pineda	Panamericano	5	1	0
62	Grajales	Panamericano	10	1	0
63	Valencia	Panamericano	3	1	0
64	Cambindo	Panamericano	6	1	0
65	Sierra	Panamericano	6	1	0
66	Beltrán	Suramericano	3	1	0
67	Orjuela	Suramericano	3	1	0
68	Velázco	Suramericano	3	1	0
69	Ortíz	Suramericano	4	1	0
70	Vanegas	Suramericano	5	1	0
71	Gutierrez	Suramericano	3	1	0
72	Figueroa	Suramericano	6	1	0
73	Tello	Suramericano	3	1	0
74	Ladino	Suramericano	4	1	0
75	Lozano	Suramericano	5	1	0
76	Robayo	Suramericano	8	1	0
77	Muñoz	Bolivariano	5	1	0
78	Morantes	Bolivariano	4	1	0

La fig. 9, permite observar en los pedigrís la ausencia de cualquier línea genealógica para el alto rendimiento deportivo, sin embargo esto no es condición para la obtención de los altos logros deportivos, de este grupo profundizaremos en Oscar Figueróa, con una breve descripción de su carrera deportiva.



**Figura 10** – Heredogramas de las familias con un único deportista.

**5.2.2. Familia Figueroa Mosquera**

**Imagen 2** – Oscar Figueroa, oro olímpico en Rio 2016.

Oscar Albeiro Figueroa Mosquera, único deportista en su familia de 5 miembros, reconocido deportista de levantamiento de pesas y actual figura del deporte colombiano, fue 2 veces campeón mundial juvenil 2001- 2002, subcampeón del mundo mayores en 2006, medalla de plata en los juegos olímpicos de Londres 2012 y actual campeón olímpico en Rio 2016 en la categoría de los 62 Kg, Imag. 2. La mejor presentación junto a María Isabel Urrutia, para el deporte de las pesas en Colombia. De origen humilde, pero de una gran fortaleza psicológica, ha superado cualquier estadística después de la lesión que obligó a su retiro en Beijing 2008. Oscar reconoce y agradece todo a su familia, que es su apoyo y su motivación para ser siempre mejor, agradece a su padre la fortaleza, la mentalidad y la fuerza para alcanzar lo inalcanzable. Muy temprano, en el 2000, reconoció que podría dejar una marca indeleble en deporte colombiano, algo que ha logrado sin lugar a dudas. Esperamos verlo en acción en Tokio 2020.

## **6. ESTUDIOS DE CASO**

---





## 6. ESTUDIOS DE CASO

### 6.1. Estudio de Caso 1 – Maria Isabel Urrutia Ocoró (MIU)



Tras muchos años de logros en todos los niveles (internacional, mundial, y olímpico), fueron las pesas el deporte que le brindó a Colombia la primera presea dorada en las máximas justas deportivas; después de 16 participaciones en los Juegos Olímpicos que se remontan a 1932; fue esta mujer, quien llevó para su país el símbolo de la excelencia deportiva.

María Isabel Urrutia, le mostró a los colombianos que es posible alcanzar el oro olímpico, esta mujer negra nacida en el municipio de Candelaria, Valle del Cauca, junto con otros deportistas, han logrado demostrarle a sus compatriotas que su país también puede hacer parte activa de la élite olímpica y, dejar para la historia, que la excelencia también puede correr por las tierras colombianas.

MIU, como muchas de las chicas y chicos colombianos que han logrado el éxito como deportistas, son reconocidos inicialmente como futuros talentos por sus profesores de educación física o entrenadores, y ese trabajo, en el caso de MIU, le correspondió a Jorge Balanta, su primer entrenador, quien observó las capacidades naturales de esta niña, que ya desde sus inicios en la escuela demostraba su pasión por el deporte, sumada a su potencial físico, que hicieron que la llevara por el camino del atletismo, donde al poco tiempo ya contaba con grandes logros.

Este camino elegido por MIU y muchos otros deportistas, no es un camino fácil, se trata de un proceso de selección, evaluación y análisis permanente, que no

todos están dispuestos a asumir, pues se requieren de un sinnúmero de condiciones para obtener un perfil de atleta de alto rendimiento.

Desde su infancia, MIU consigue figurar en el atletismo al proclamarse Campeona Nacional en 1978 cuando apenas tenía 13 años; un antecedente temprano que prometía grandes logros a tan temprana edad.

Sus logros en el atletismo, de allí en adelante, fueron realmente admirables: Oro en el lanzamiento de bala y disco en los Juegos Bolivarianos en Bolivia; segundo lugar en lanzamiento de bala y disco en la categoría mayores en el campeonato suramericano en Perú y, el catorceavo lugar en los olímpicos de Seúl88 en las mismas pruebas. Ya a sus 23 años esta gran deportista reflejaba su potencial deportivo.

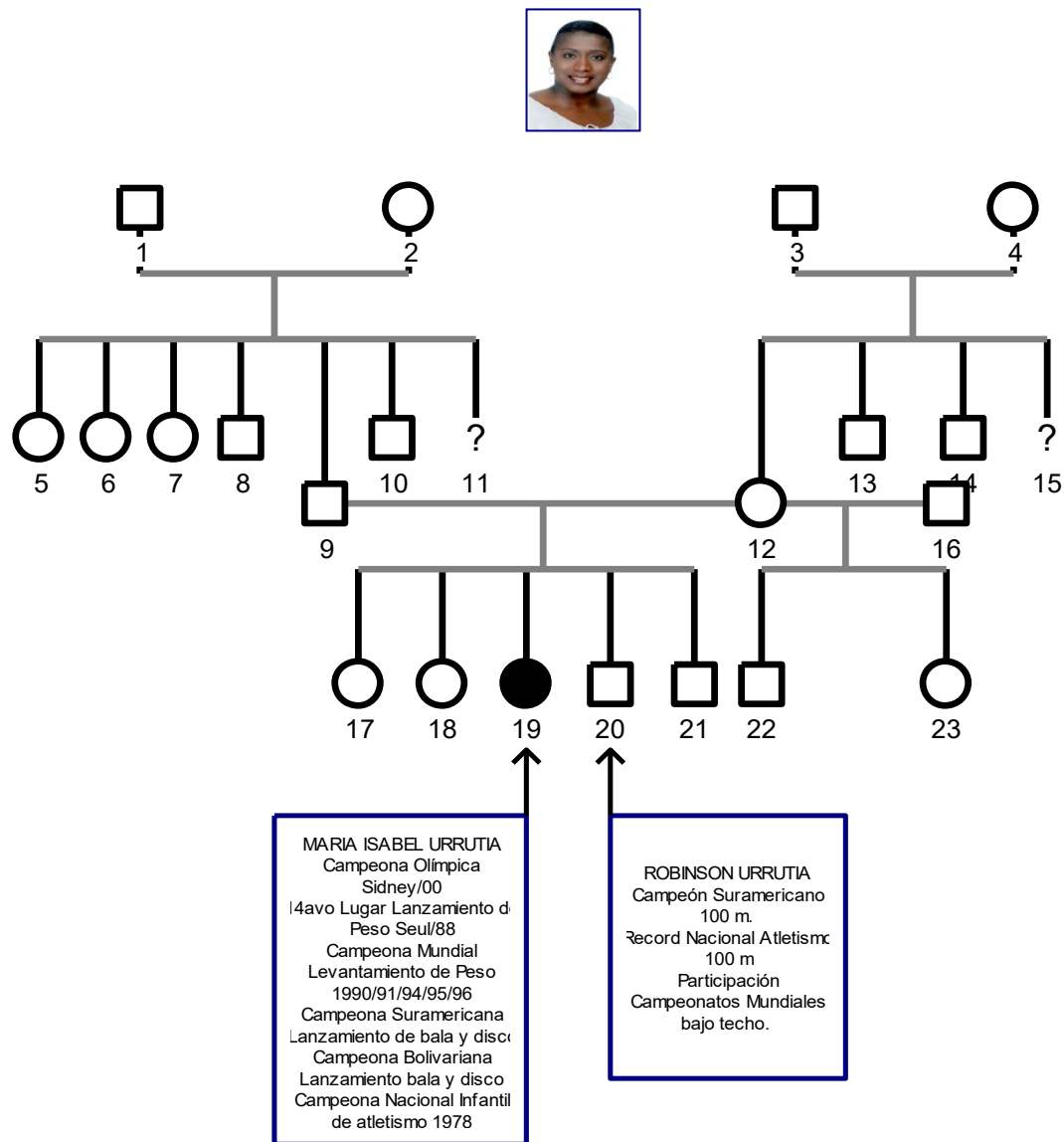
Pero las capacidades y el talento de MIU, no iban a estar limitados al atletismo; como ocurre en algunos casos, muchos deportistas consiguen manifestar su excepcional talento en diferentes disciplinas, alcanzando altos niveles de rendimiento.

La caracterización de los deportistas de alto nivel según su talento, en unidimensional y multidimensional, dependiendo de la obtención de logros en uno, dos o más deportes. 8

El caso de MIU, no puede escapar de esta caracterización; pues después de sobresalir en el atletismo, llegó de manera casi simultánea a lo más alto en el levantamiento de pesas, cuando llegó a ser sub-campeona mundial, antes de llegar a los 24 años; permaneciendo de manera casi consecutiva como campeona mundial desde 1990 en Sarajevo, 1991 en Alemania, en 1994 en Turquía, 1995 en China y 1996 en Polonia.

La figura 10 muestra la familia de MIU, está conformada por siete miembros, y entre ellos, también se destacó su hermano Robinson, cuatro años menor que ella, quien consiguió altos logros a nivel nacional en el atletismo de pista, donde marcó un nuevo record nacional en los 100 metros en 1994; además de participar

en el campeonato mundial bajo techo en Sevilla, España en 1995, y otras competencias suramericanas.



**Figura 11** – Heredograma de Maria Isabel Urrutia.

Aunque María Isabel Urrutia, en este momento se encuentre vinculada a la política, su nombre hace parte de la historia del deporte de su país; la victoria olímpica fue literalmente el broche de oro que cerró su vida como deportista activa a lo largo de muchos años, pues su historial deportivo va mucho más atrás, como ella misma lo describe:

"No me quedó nada por hacer, fui campeona de atletismo desde la categoría infantil, gané todo en Colombia, logré títulos bolivarianos, suramericanos, panamericanos y fui campeona mundial"

Impresionante palmarés enmarcado en la excelencia deportiva, que ve su máxima expresión con el Oro Olímpico en Sidney2000 en la categoría de los 75 Kg., de la mano de su entrenador búlgaro Gancho Karushkov. Este hecho, la llevó recibir del Rey Juan Carlos de España el trofeo a la mejor deportista Iberoamericana el mismo año.

Aun cuando el entrenamiento de alto rendimiento, es siempre exigente, el gusto por el esfuerzo, la disciplina y la búsqueda de altas metas hacen parte su práctica.

"Si tuviera que evaluar el gusto que siento por el entrenamiento... siendo importante el entrenamiento para mí, creo que, de uno a diez, le doy un ocho al entreno, y a la competencia no le doy valor, pues para mí la competencia no existía, hacia parte del entrenamiento."

Su propia motivación, tiene origen en el gusto que siente por la práctica deportiva, más también considera que la entrega del deportista a su pasión, debe tener un respeto, tanto para la actividad, como por quien la dirige.

"A veces pienso que el deportista siente que le está haciendo un favor al entrenador cuando entrena, eso no tiene por qué ser así, pues el que sabe es el entrenador"

Cuando indagamos acerca de su pasión por la práctica deportiva y, el significado que ella le da a su deporte, en los dos aspectos fundamentales como son el entrenamiento y la competencia, nos mostró un enfoque bastante particular, pero al mismo tiempo, bastante realista, en donde prácticamente, el deporte es visto como una opción de cambio de vida.

".. El deporte es un estilo de vida que te genera una calidad de vida mejor, pero que, para tener esa calidad de vida mejor, viéndolo como una empresa, el deportista debe tener la disciplina de no dejar caer su capital por cualquier circunstancia, el deportista siempre tiene que entrenar..."

Indudablemente, esta visión del deporte como una opción de salto a nivel social y económico, es compartida por muchos de los jóvenes deportistas en muchos

lugares; el origen humilde de la gran mayoría de ellos, y los programas de beneficios para los deportistas, resulta una opción nueva de buscar un futuro mejor.

Estos programas, dirigidos por losINDER (Institutos Deportivos Municipales y Departamentales), obligan a los deportistas a continuar sus estudios, desde la educación básica hasta la formación universitaria, programas de salud, alimentación y transporte, en tanto se encuentren vinculados al deporte asociado, aun cuando MIU, no fue directamente beneficiada por este tipo de programas, si reconoce sus fortalezas, pero también muestra una visión crítica para las nuevas generaciones de deportistas.

“...en nuestra época, los años 80 y 90s, los deportistas colombianos sufrían muchas dificultades para poder entrenar y económicamente, hoy, para el deportista colombiano es hasta rentable entrenar, y a veces no quieren entrenar, y si uno no quiere entrenar, entonces no hay opción de nada”.

Haciendo un análisis retrospectivo, MIU resume en la siguiente frase dos épocas, separadas por la evolución que ha presentado apoyo institucional al deporte en Colombia, dos épocas que, aun siendo diferentes, encuentra mayor éxito deportivo en el pasado inmediato aun cuando se presentaran dificultades. Ella encuentra la diferencia en la motivación que la llevó a ella y a otros deportistas a altos lugares del deporte internacional.

“A diferencia de nosotros que entrenábamos porque nos gustaba entrenar, lo tomamos como un estilo de vida, y ese estilo de vida nos dio a muchos de esa época (Bernardo Tobar, Lucho Herrera, Fabio Parra, María Isabel Urrutia....) Para llegar a estar entre los mejores del mundo”

En los últimos años, en Colombia, se han instaurado políticas, alimentadas por nuevos recursos que permiten una mayor proyección para el deporte competitivo, aun cuando existan aún muchas diferencias a nivel nacional, el nivel del deporte colombiano ha mostrado bastantes avances.

“ahora es un contrato económico, y si no hay contrato, no hay entreno, y es por eso que entonces no hay resultados”

“hoy, para el deportista colombiano es hasta rentable entrenar, y a veces no quieren entrenar, y si uno no quiere entrenar, entonces no hay opción de nada”.

Más allá, buscando dentro de los aspectos motivacionales que la llevaron a distinguirse en sus disciplinas, MIU, siente un afecto, más cercano al respeto por el entrenamiento por su deporte y por la competencia.

“.. Si yo no estaba bien preparada, yo no competía...”

Hoy en día, su entrenador Gancho Karushkov, quien suma más de 15 años entrenando los halterofilistas colombianos, y quien la convenciera de practicar el levantamiento de pesas, no cuenta con un gran nivel de aceptación entre otros deportistas, sin embargo, para MIU, Gancho, como afectivamente se refiere a él, tiene un significado diferente, él fue el forjador de su éxito.

“... mi relación con el entrenador, fue muy amistosa, pero con mucho respeto de parte y parte, por parte también por la responsabilidad de la competencia, y quien mandaba era el entrenador.”

Fue él, quien manejó la estrategia del menor peso corporal en Sídney, y quien, con su temperamento, consiguió la entrega necesaria para llegar hasta la cumbre.

“Si uno no tiene a una persona que lo empuje, que lo motive, no entrena con juicio. Las pesas son un deporte muy rudo, en el que uno termina vuelto nada, adolorido, acabado, resentido, de cama. Y al otro día no se quiere levantar. Si no hay quien lo “joda”, lo apriete, uno tira la toalla”

Ahora, después de 30 años, y tener a su haber el máximo logro al que aspira cualquier deportista, es representante a la cámara del Congreso de la República, al ser elegida por las negritudes de Colombia para dicho cargo por dos periodos consecutivos.

Por motivos de salud, MIU, abandonó la vida deportiva después de un año de obtener la gloria olímpica.

“Sufría de una lesión grave, pues no tengo cartílago en la rodilla derecha y el médico me dijo que no era prudente seguir. Se maltrataba mucho con cada impacto y me la pasaba más en el médico que en los entrenamientos, así que decidí retirarme”,

Ahora, esta representante a la cámara, aporta con su trabajo a favor de las minorías, pero también continúa aportando al deporte de su país, pues ya consiguió aprobación de algunas leyes a favor del deporte colombiano.

Posiblemente la actitud humilde de esta mujer colombiana no cambie, como tampoco su búsqueda por los mejores resultados; resultaría difícil pensar que su búsqueda de toda una vida por dar lo mejor de sí por la gloria de su país, termine de un momento a otro. No podemos olvidar que una de las características del talento, es que puede manifestar su excelencia en diferentes áreas.

## **6.2. Estudio de Caso 2 – Bernardo Tobar Ante (BT)**



Para aquellos quienes no tuvieron el gusto de disfrutar de sus triunfos a lo largo de su vida deportiva, Bernardo Tobar, quien cuenta al momento de este estudio con 57 años de edad, le dedicó gran parte de esos años a darle alegrías al pueblo colombiano con sus triunfos en la disciplina del Tiro Deportivo; nacido en la ciudad de Popayán, e hijo de Bernardo Tobar, a quien le debe su legado, comparte su valioso conocimiento a diario como entrenador de los jóvenes tiradores vallecaucanos en el polígono de tiro de la ciudad de Cali.

Bernardo, quien junto con su padre y hermanos compartieron largas jornadas dedicadas a la práctica del tiro en la zona rural de Popayán cuando solo contaba con 10 años de edad, ya se destacaba por sus habilidades innegables, las cuales, en manos de su padre, fueron desarrolladas a tal punto, y con tanta minuciosidad, que consiguió obtener, para su familia y para su país, uno de nuestros más destacados deportistas.

BT, quien a sus 23 años participó en su primera competencia nacional en los Juegos Deportivos Nacionales de 1974 en Pereira, Colombia, logró en esta competencia hacerse campeón anticipadamente superando a rivales más

experimentados y, manifestó sin temores sus aspiraciones por lograr la excelencia deportiva en un Campeonato Mundial, lo cual consiguió después de 14 años y de ganar 6 Copas del Mundo.

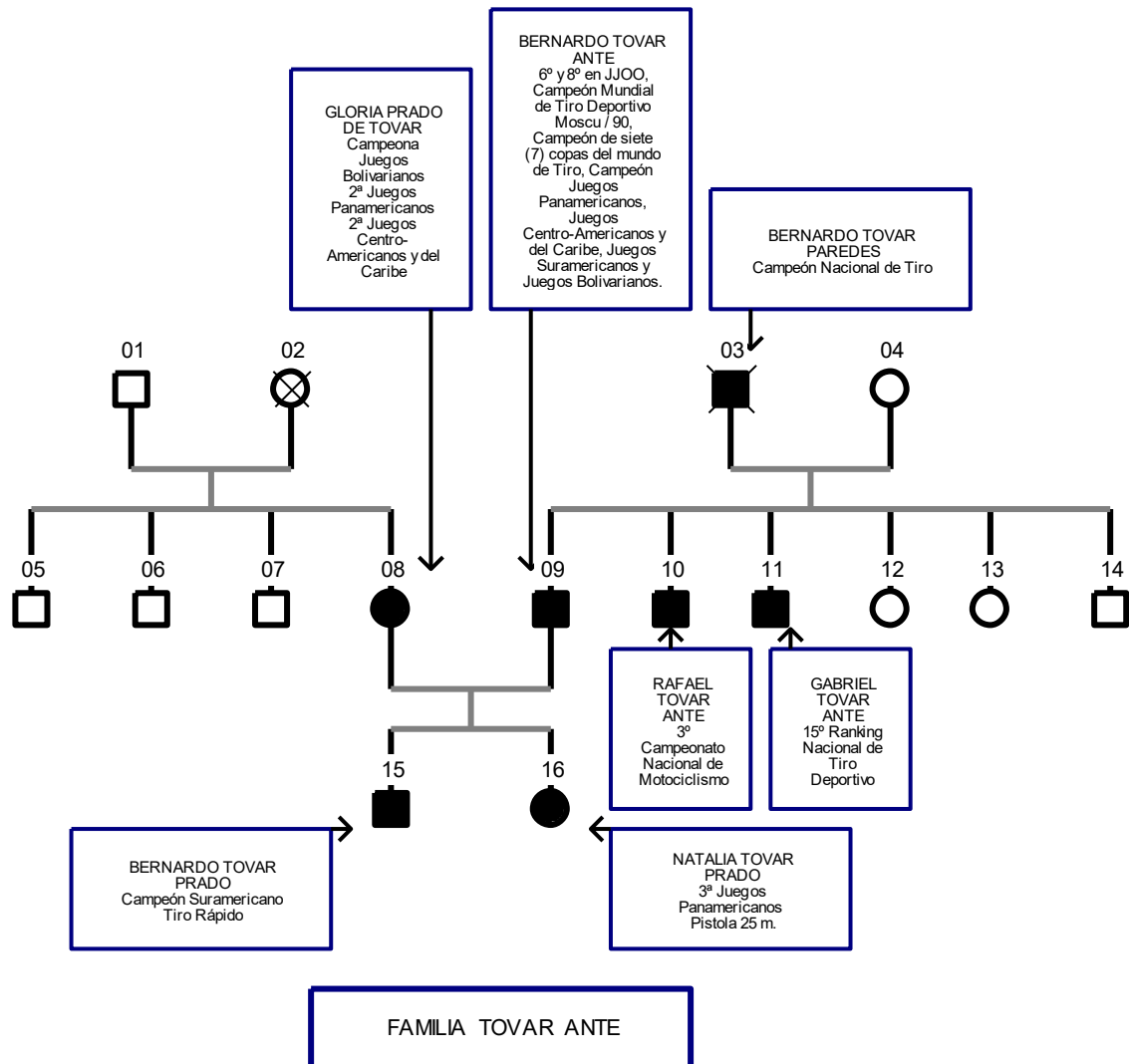
La realización de ese sueño consiguió concretarla en el Campeonato Mundial de Moscú /1990 en la pistola rápida 10m.; sin embargo, durante su camino al éxito, Bernardo le dio a Colombia victorias en muchas de las competencias donde participaba. Entre sus logros más representativos, se encuentran sus participaciones en los Juegos Olímpicos en 1984/1988/1992 y 1996; muchas veces Campeón Nacional, Campeón Bolivariano, Centroamericano, Panamericano, con cinco marcas nacionales vigentes después de 2 años de retirado, y marca panamericana vigente por 15 años.

Pero este largo camino no lo hizo en solitario, en el, consiguió involucrar a su esposa Gloria, quien llegó a obtener el oro en Juegos Bolivarianos y el segundo lugar en Panamericanos en Caracas al igual que en los Juegos Centroamericanos y del Caribe.

Bernardo, es el menor de 5 hermanos entre los cuales también destacan Rafael, quien se dedicó durante siete años a la práctica del Motociclismo y, quien alcanzó a ser tercero en campeonatos Nacionales, de este deporte, y Gabriel, también tirador quien consiguió ubicarse en el quinceavo puesto de la clasificación nacional.

La Familia Tobar Prado, (fig. 11), en este momento está conformada por 4 miembros, todos ellos vinculados al deporte, siendo su hijo mayor Bernardo actual campeón suramericano de tiro rápido y su hija, Nathalia, quien conquistó el bronce en juegos panamericanos en Santo Domingo 2003 en la modalidad de pistola, además de múltiples logros nacionales.





**Figura 12** – Heredograma de Bernardo Tobar Ante.

En este estudio, buscamos relacionar la vida de nuestros deportistas directamente con el éxito deportivo, para ello, debemos inicialmente trasladarnos a sus primeros años y buscar que fue aquello que influyó tan profundamente en su infancia que los llevó por este camino; al respecto, BT, recuerda sobre sus inicios.

“yo recuerdo mucho que cuando íbamos al campo, mi papa disfrutaba que yo disparara, porque era uno de los poquitos que no erraba, yo era de los que no fallaba un tiro, y cada vez el viejo me ponía a mis retos más grandes, y yo me sentía orgulloso, me sentía pleno”

La disciplina deportiva, como muchos saben, no es fácil, y no es para todos, en este sentido; los niveles de exigencia psicológica y biológica y, las capacidades de adaptación a los entrenamientos, y el tiempo de vida dedicada al deporte para obtener la anhelada victoria, tienen que conjugarse en una mezcla que evoluciona uniformemente en el tiempo desde los primeros años de la infancia en algunas disciplinas.

Estudios han demostrado, que el desarrollo de un joven talento, no cumple una regla del “todo o nada” <sup>9</sup>, considera que este es un fenómeno mucho más complejo que no puede desarrollarse a menos que sea reconocido y nutrido por el entorno, como los padres, profesores y entrenadores, junto con una fuerte motivación e influenciado por el apoyo y aliento de las personas importantes dentro del terreno del deporte y la familia.

Por otro lado, la disciplina, le permite al talento estudiar y dedicar el tiempo suficiente para adquirir los conocimientos necesarios para un rendimiento superior, de allí, se desprende, un “romance” entre el joven y su actividad, junto con una dosis de placer <sup>9</sup>, desde sus inicios, BT mostró esta característica, en los momentos en que compartía con sus familiares en las prácticas de tiro durante su infancia, siempre quiso ser el mejor entre todos ellos.

“yo siempre quise ser el mejor, quería disparar mejor que mis hermanos, que mis primos que estaban haciendo lo mismo”

Esta característica (el deseo de ser el mejor), fue bien aprovechada por su padre para estimular al joven tirador a vencer a cada momento nuevos y más complicados retos, inculcando en él lo que sería una de las características que le abrirían espacio hacia su camino a la excelencia.

Posiblemente, Bernardo Tobar padre, pronosticó desde aquellas jornadas deportivas en familia el gran éxito que podría tener su pequeño hijo, no era para

menos, aquel pequeño, conseguía no solo no errar en cada intento, sino que pretendía, ya en sus inicios, ser siempre el mejor.

“... mi papa decía que este es un deporte para grandes, que me debía preparar para afrontar el futuro, que tenía que dedicar los años de la juventud a formarme, para poder afrontar después lo que era la vida”

Desde sus inicios, Bernardo ya mostró uno de los rasgos más comunes en atletas que más tarde llegan a conseguir altos logros; la búsqueda de la excelencia, que se convierte en una pasión; y esta pasión es el hilo que mantiene unidos la disciplina deportiva y el amor por el deporte, esta característica inherente a cada uno de los deportistas de alto nivel, puede ser inculcada desde los inicios por profesores, entrenadores y en la familia; frases utilizadas comúnmente pueden apoyar esta tendencia, “la práctica hace al maestro” por ejemplo, deja una idea clara que solo con el esfuerzo permanente se llega a la excelencia, Ellis,<sup>10</sup> afirma que el perfeccionismo y la disciplina se han identificado en estudios similares como una característica propia en campeones olímpicos<sup>11</sup> Y, aunque en nuestro caso, Bernardo, no consiguió subir al podio olímpico, queda claro que su búsqueda siempre fue dirigida en ese sentido,

“...siempre le puse muchísimo, muchísimo cuidado al entrenamiento, y tratar de hacerlo lo mejor posible por buscar la perfección..., no se logró, nunca se logró la perfección.... pero bueno, dio sus frutos a la hora de la competencia”

Vamos a anotar aquí, que las aspiraciones de Bernardo, se fijaron siempre hacia lo más alto, sin embargo, y como ocurre con todos los deportistas, su desempeño se ve afectado por factores ajenos a sus propias capacidades, pero de igual manera, hacen parte del deporte; desde la preparación psicológica hasta la calidad de la munición a ser empleada en una prueba olímpica, influyeron de manera decisiva en su rendimiento final, en la máxima aspiración de la victoria olímpica.

Aun así, las seis copas del mundo y el campeonato mundial, entre otros triunfos, muestran claramente aquella búsqueda inagotable y el enorme potencial de este hombre y deportista ejemplar.

“En mi vida siempre fui muy competitivo, y todos mis entrenamientos, los hice siempre con miras a ir a una competencia, siempre quise ganar, no me gustaba ser segundo, siempre quise ser el primero”

Por otro lado, el entrenamiento, que hace parte integral del proceso, es visto como un camino que permite la preparación, ya que es allí donde se mejoran las condiciones para manifestarlas más tarde en la competencia, en ese orden de ideas, la competencia (para algunos de los deportistas) es la repetición de un entrenamiento. Es imposible hacer algo que no se hizo durante los entrenamientos y, más allá de ser una obligación, el entrenamiento debe despertar placer. Para muchos deportistas que han llegado al alto nivel, el entrenamiento, deja de ser un esfuerzo, para ser un placer, algo que hace parte de su diario vivir, pues, de otra forma, se convertiría en un carga que no están dispuestos a llevar.

“El entrenamiento y hacer deporte, no puede ser un sacrificio, si a uno le gusta, ¡no!, yo creo que lo que a uno le gusta no tiene por qué ser sacrificante”.

“Es como en el matrimonio, si usted en el matrimonio ve que tiene que sacrificarse, mejor sepárese porque no le va a ir nada bien”

“Hablar de sacrificio es como hablar de dolor, arrepentimiento, por qué no estoy haciendo yo otra cosa que si me gusta y si estoy haciendo esta otra que me está haciendo sufrir... por mi lado no, yo siempre creí que el entrenamiento tenía que ser algo grato, a mí nadie me obligo a hacer tiro, nadie me obligo a hacer deporte, nadie me obligo a correr, a meterme debajo de las pesas, a una piscina, a hacer ejercicio, era algo que nadie me obligaba a hacer entonces siempre lo disfruté ”

Pero hablar de entrenamiento, es también hablar del espacio donde se han de desarrollar las características físicas, fisiológicas y psicológicas para llegar al éxito, y es el entrenador (en la generalidad de los casos) el encargado de desarrollar estas características y la confianza del deportista, enfocando toda su capacidad para permanecer tranquilo en las situaciones difíciles de competencia.

En el caso particular de BT, quien fue llevado por su padre por este camino, aprendió de él, y de su práctica cotidiana lo suficiente para ser él mismo su entrenador, sin embargo, después de formar a su esposa en el tiro deportivo, ella vino a convertirse en su entrenadora, y encontró en ella el equilibrio y la

madurez necesaria para aceptar sus sugerencias y aquello que no tenía antes, además de conseguir separar la relación afectiva de la relación entrenador deportista, a ella, BT, le debe según él, más de lo que puede describir en su camino al éxito deportivo.

“mi esposa fue mi única entrenadora, y nuestra relación, aunque siempre ha sido buena como pareja, durante el entrenamiento, siempre tuvimos choques, ella era otra persona, un tirano con una planilla, detrás de mí, tomando datos, con un cronometro, que siempre consiguió imponerse, aun cuando fui yo quien le enseñó todo lo que ella sabía.”

Esta es en resumen la vida de uno de nuestros grandes deportistas, un ejemplo claro de todo aquello que, en el transcurso de la vida de una persona amante de la disciplina deportiva, confluye junto con sus características individuales en una búsqueda que nace temprano en su vida, y que se convierte en su estilo de vida, en una búsqueda que dura toda una vida.



## **7. CONCLUSIONES**

---





## 7. CONCLUSIONES

Aun cuando la evidencia es cada vez más robusta apuntando hacia la relevancia de los factores genéticos en el desarrollo de un atleta fuera de serie, se saldría de la realidad pensar que solo con las dotes naturales sería posible alcanzar los límites cada vez más amplios de las capacidades humanas sin la intervención de factores ambientales.

Los resultados cuantitativos arrojados por nuestro estudio, nos permite evidenciar una heredabilidad substancial ( $h^2=0.57$ ) para el fenotipo del alto rendimiento deportivo y las correlaciones residuales familiares y ambientales nos revelan la importancia de otros factores compartidos entre los hermanos además de los genes compartidos; una vez mas se confirma que el alto rendimiento, al ser un fenotipo complejo, depende para su manifestación de factores genéticos y ambientales, sin arrojar mayor claridad al respecto de estas interacciones.

El análisis de las familias con respecto a las variables analizadas nos permite verificar que dentro de las familias deportivas y los hermanos deportistas la practica de disciplinas similares es más frecuente, sin embargo el nivel alcanzado y la edad de inicio muestran niveles diferentes tanto entre las familias deportivas como entre el grupo de hermanos deportistas, es posible especular que los factores culturales, y el antecedente familiar y social favorecen la práctica de la misma modalidad o modalidad similar entre estos grupos.

Los estudios de caso nos han aportado información valiosa que nos indica que la excelencia puede manifestarse dentro de una familia sin cualquier antecedente deportivo o dentro de una familia de atletas indiferentemente, en nuestros casos, el mas alto honor en los juegos olímpicos ha venido de familias sin ancestros; estaremos atentos en el tiempo para ver la evolución de los dos grupos de familias de nuestro estudio, con la esperanza de ver una nueva manifestación de la excelencia deportiva que nos permita ahondar más en la comprensión de su origen.



## **8. BIBLIOGRAFÍA**

---



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Ahmetov, I., & Fedotovskaya, O. (2012). Sports genomics: Current state of knowledge and future directions. *Cellular and Molecular Exercise Physiology*, 1(10.7457).
- Andreoli, A., Monteleone, M., Van Loan, M., Promenzio, L., Tarantino, U., & De Lorenzo, A. (2001). Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(4), 507-511.
- Baker, J., Horton, S., Robertson-Wilson, & Wall, M. (2003). Nurturing sport expertise: factors influencing the development of elite athlete. *Journal of sports science & medicine*, 2(1), 1.
- Bass, S., Delmas, P. D., Pearce, G., Hendrich, E., Tabensky, A., & Seeman, E. (1999). The differing tempo of growth in bone size, mass, and density in girls is region-specific. *The Journal of Clinical Investigation*, 104(6), 795-804.
- Beunen, G., & Thomis, M. (1999). Genetic determinants of sports participation and daily physical activity. *International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders*, 23(Supplement), 55.
- Bloom, B. S. (1985). *Developing Talent in Young People*. New York.
- Bouchard, C., An, P., Rice, T., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., Gagnon, J., Pérusse, L., Leon, A. S., & Rao, D. C. (1999). Familial aggregation of V̇o 2 max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1003-1008.
- Bouchard, C., Daw, E. W., Rice, T., Pérusse, L., Gagnon, J., Province, M. A., Leon, A. S., Rao, D. C., Skinner, J. S., & Wilmore, J. H. (1998). Familial resemblance for VO2max in the sedentary state: the HERITAGE family study. *Med Sci Sports Exerc*, 30.

- Bouchard, C., Malina R, L., P., and, G. o. F., & Performance, P. (1997). *Genetics of Fitness and Physical Performance*.
- Bouchard, C., & Malina, R. M. (1984). 3. Genetics and Olympic Athletes: A Discussion of Methods and Issues. In *Physical Structure of Olympic Athletes* (Vol. 18, pp. 28-38): Karger Publishers.
- Chagnon, Y. C., Allard, C., & Bouchard, C. (1984). Red blood cell genetic variation in Olympic endurance athletes. *Journal of Sports Sciences*, 2(2), 121-129.
- Charness, N., Tuffiash, M., Krampe, R., Reingold, E., & Vasyukova, E. (2005). The role of deliberate practice in chess expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 19(2), 151-165.
- Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4(1), 55-81.
- Costa, A. M., Breitenfeld, L., Silva, A. J., Pereira, A., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2012). Genetic Inheritance Effects on Endurance and Muscle Strength. *Sports Med*, 42 (6), 449-458.
- De Garay, A. L., Levine, L., & Carter, J. E. L. (1974). *Genetic and Anthropological Studies of Olympic Athletes*. New York.
- de Vilhena e Santos, D. M., Katzmarzyk, P. T., Seabra, A. F. T., & Maia, J. A. R. (2012). Genetics of physical activity and physical inactivity in humans. *Behavior genetics*, 42(4), 559-578.
- Druzhevskaya, A., Ildus I. Ahmetov, Irina V. Astratenkova, & Rogozkin, V. A. (2008). Association of the ACTN3 R577X polymorphism with power athlete status in Russians *Eur J Appl Physiol* 103, 631–634.
- Elston, R. C., & Stewart, J. (1971). A General Model for the Genetic Analysis of Pedigree Data. *Human Heredity*, 21(6), 523-542.

- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406.
- Ericsson, K. A., & Lehmann, A. C. (1996). EXPERT AND EXCEPTIONAL PERFORMANCE: Evidence of Maximal Adaptation to Task Constraints. *Annual Review of Psychology*, 47(1), 273-305.
- Fedotovskaya, O. N., Mustafina, L. J., Popov, D. V., Vinogradova, O. L., & Ahmetov, I. I. (2014). A Common Polymorphism of the MCT1 Gene and Athletic Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(1), 173-180.
- Galton, F. (1869). *HEREDITARY GENIUS AN INQUIRY INTO ITS LAWS AND CONSEQUENCES*. London.
- Gaskill, S. E., Rice, T., Bouchard, C., Gagnon, J., Rao, D. C., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., & Leon, A. S. (2001). Familial resemblance in ventilatory threshold: the HERITAGE Family Study. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(11), 1832-1840.
- Gedda, L. (1955). La valutazione genetica dell'atleta. *Acta Geneticae Medicae Et Gemellologiae*, IV(3), 249-260.
- Gedda, L. (1960). Sport and genetics.: A study on twins (351 pairs). *Acta Geneticae Medicae Et Gemellologiae*, IX(4), 133-135.
- Georgiades, E., Klissouras, V., Baulch, J., Wang, G., & Pitsiladis, Y. (2017). Why nature prevails over nurture in the making of the elite athlete. *BMC Genomics*, 18(8), 835.
- Grebe, H. (1960). Sport bei zwillingen. *Acta Geneticae Medicae Et Gemellologiae*, 4, 275-295.
- Guth, L. M., & Roth, S. M. (2013). Genetic influence on athletic performance. *Current opinion in pediatrics*, 25(6), 653.

- Issurin, V., Lustig, G., & Szopa, J. (2006). *Die vererbungsbezogene Bestimmung der Trainierbarkeit von Sportlern* (Vol. 36).
- Jokl, E., & Jokl, P. (1968). The effect of altitude on athletic performance. *Legion's Coaching Rev. Roy.Canad.* , 1(3), 1-6.
- Khoury, M. J., Beaty, T. H., & Cohen, B. H. (1993). Fundamental Genetic Concepts and Approaches. In *Fundamentals of Genetic Epidemiology* (Vol. 22). New York: Oxford University Press.
- Klissouras, V. (1971). Genetic limit of functional adaptability. *Int. Z. Angew. Physiol. Einschl. Arbeitsphysiol*, 30(2), 85--94.
- Klissouras, V. (1997). Heritability of adaptive variation: and old problem revisited. *Journal of Sports Medicine physical fitness*, 37, 1-6.
- Klissouras, V. (2001). The nature and nurture of human performance. *European Journal of Sport Science*, 1(2), 1-10.
- Kovar, R. (1981). Human Variation in Motor Abilities and its Genetic Analysis. *Univerzita Karlova Praha* 145-158.
- Liang, K.-Y., & Beaty, T. H. (2000). Statistical designs for familial aggregation. *Statistical Methods in Medical Research*, 9(6), 543-562.
- Maia, J., Gomes, T. N., Trégouët, D.-A., & Katzmarzyk, P. T. (2014). Familial resemblance of physical activity levels in the Portuguese population. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(4), 381-386.
- Maia, J. A. R., Ruth LOOS, Gaston BEUNEN, Martine THOMIS, VLIETINCK., R., MORAIS., F. P. d., & LOPES., V. P. (1999). Aspectos Genéticos da Prática Desportiva: Um estudo em Gêmeos. *Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo*, 13(2), 160 - 176.
- Papadimitriou, I. D., Lucia, A., Pitsiladis, Y. P., Pushkarev, V. P., Dyatlov, D. A., Orekhov, E. F., Artioli, G. G., Guilherme, J. P. L. F., Lancha, A. H., Ginevičienė, V., Cieszczyk, P., Maciejewska-Karlowska, A., Sawczuk, M.,



- Muniesa, C. A., Kouvatsi, A., Massidda, M., Calò, C. M., Garton, F., Houweling, P. J., Wang, G., Austin, K., Druzhevskaya, A. M., Astratenkova, I. V., Ahmetov, I. I., Bishop, D. J., North, K. N., & Eynon, N. (2016). ACTN3 R577X and ACE I/D gene variants influence performance in elite sprinters: a multi-cohort study. *BMC Genomics*, 17(1), 285.
- PÉrusse, L., Gagnon, J., Province, M. A., Rao, D., Wilmore, J. H., Leon, A. S., Bouchard, C., & Skinner, J. S. (2001). Familial aggregation of submaximal aerobic performance in the HERITAGE Family study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(4), 597-604.
- Pérusse, L., Lortie, G., Leblanc, C., Tremblay, A., Thériault, G., & Bouchard, C. (1987). *Genetic and environmental sources of variation in physical fitness* (Vol. 14).
- Pitsiladis, Y., Tanaka, M., Eynon, N., Bouchard, C., N. North, K., Williams, A., Collins, M., Moran, C., Britton, S., Fuku, N., A. Ashley, E., Klissouras, V., Lucia, A., Ahmetov, I., Geus, E., Alsayrafi, M., & Haidukevich, I. (2015). *The Athlome Project Consortium: A Concerted Effort to Discover Genomic and other "OMIC" Markers of Athletic Performance* (Vol. 48).
- Rao, D. C., & Vogler, G. P. (1990). *Genetic factors in coronary heart disease*: Goldbourt U, de Faire U, Berg K, editors.
- Schutte, N. M., Nederend, I., Hudziak, J. J., Bartels, M., & de Geus, E. J. C. (2016). Twin-sibling study and meta-analysis on the heritability of maximal oxygen consumption. *Physiol Genomics*, 48.
- Seabra, A., Mendonça, D., H H Göring, H., Thomis, M., & A Maia, J. (2013). *Genetic influences of sports participation in Portuguese families* (Vol. 14).
- Silventoinen, K., Magnusson, P. K. E., Tynelius, P., Kaprio, J., & Rasmussen, F. (2008). Heritability of body size and muscle strength in young adulthood: a study of one million Swedish men. *Genetic Epidemiology*, 32(4), 341-349.

- Simoneau, J. A., & Bouchard, C. (1995). Genetic determinism of fiber type proportion in human skeletal muscle. *The FASEB Journal*, 9(11), 1091-1095.
- Sing, C. F., & Boerwinkle, E. A. (1987). Genetic architecture of inter-individual variability in apolipoprotein, lipoprotein and lipid phenotypes. In G. Bock & G. M. Collins (Eds.), *Molecular approaches to human polygenic disease* (pp. 99-127). New York: Wiley.
- Szopa, J., & Mleczko, E. (1999). Possibilities of determination of genetic conditioning of somatic and functional traits on the backgrounds of family studies: the review of results of comparison of five polish polulations. *Journal of Human Kinetics*, 2, 21-34.
- Thomis, M. A., Van Leemputte, M., Maes, H. H., Blimkie, C. J. R., Claessens, A. L., Marchal, G., Willems, E., Vlietinck, R. F., & Beunen, G. P. (1997). Multivariate genetic analysis of maximal isometric muscle force at different elbow angles. *J Appl Physiol*, 82.
- Visscher, P. M., Hill, W. G., & Wray, N. R. (2008). Heritability in the genomics era — concepts and misconceptions. *Nature Reviews Genetics*, 9, 255.
- Wolfarth, B., Rankinen, T., Mühlbauer, S., Ducke, M., Rauramaa, R., Boulay, M. R., Pérusse, L., & Bouchard, C. (2008). Endothelial nitric oxide synthase gene polymorphism and elite endurance athlete status: the Genathlete study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(4), 485-490.
- Wolpert, C. M., & Speer, M. C. (2005). Harnessing the Power of the Pedigree. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 50(3), 189-196.
- Wozniak, R. H. (1999). Introduction to Hereditary Genius Francis Galton (1869). *An internet resource developed by York University, Toronto, Ontario*.

Yin, R. K. (2006). Case Study Methods. In *Handbook of complementary methods in education research*. (pp. 111-122). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.



**ANEXOS**

---



## ANEXOS

## Anexo 1 – Cuestionario



No.

## LABORATORIO DE CINEANTROPOMETRIA

## ANÁLISIS DE AGREGACIÓN FAMILIAR EN EL ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA FAMILIA

000

Grupo étnico: Blanco ☐ Negro ☐ Mestizo ☐ Indígena ☐Localización de la vivienda familiar Rural ☐ Urbana ☐ Ciudad de Residencia \_\_\_\_\_Estrato socio-económico: 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐¿Número de Integrantes del núcleo familiar ☐ Número de hijos ☐ Alguno de ellos es deportista? Sí ☐ No ☐¿Hijos Adoptados Si ☐ No ☐ Vive con otros parientes? Sí ☐ No ☐

## INFORMACIÓN DE LOS PROBANDOS (Deportista Referencia)

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de Nacimiento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_ Altura \_\_\_\_ Peso \_\_\_\_

Deporte: \_\_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_\_ Años de práctica \_\_\_\_ Mayor Logro \_\_\_\_\_ Años en el Nivel \_\_\_\_

Edad al Primer Logro \_\_\_\_ Edad al Logro Máximo \_\_\_\_ Otros Deportes Practicados con Éxito \_\_\_\_\_

Años \_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_ Nivel Educativo \_\_\_\_ Actividad Laboral \_\_\_\_\_

## HERMANO (A) 1

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de Nacimiento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_ Altura \_\_\_\_ Peso \_\_\_\_

Deporte: \_\_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_\_ Años de práctica \_\_\_\_ Mayor Logro \_\_\_\_\_ Años en el Nivel \_\_\_\_

Edad al Primer Logro \_\_\_\_ Edad al Logro Máximo \_\_\_\_ Otros Deportes Practicados con Éxito \_\_\_\_\_

Años \_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_ Nivel Educativo \_\_\_\_ Actividad Laboral \_\_\_\_\_

## HERMANO (A) 2

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de Nacimiento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_ Altura \_\_\_\_ Peso \_\_\_\_

Deporte: \_\_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_\_ Años de práctica \_\_\_\_ Mayor Logro \_\_\_\_\_ Años en el Nivel \_\_\_\_

Edad al Primer Logro \_\_\_\_ Edad al Logro Máximo \_\_\_\_ Otros Deportes Practicados con Éxito \_\_\_\_\_

Años \_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_ Nivel Educativo \_\_\_\_ Actividad Laboral \_\_\_\_\_

**INFORMACION DE LA MADRE**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de Nacimiento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_ Altura \_\_\_\_ Peso \_\_\_\_

Deporte: \_\_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_\_ Años de práctica \_\_\_\_ Mayor Logro \_\_\_\_\_ Años en el Nivel \_\_\_\_

Edad al Primer Logro \_\_\_\_ Edad al Logro Máximo \_\_\_\_ Otros Deportes Practicados con Éxito \_\_\_\_\_

Años \_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_\_ Nivel Educativo \_\_\_\_\_ Actividad Laboral \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN DE OTROS PARIENTES**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha de Nacimiento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_ Altura \_\_\_\_ Peso \_\_\_\_

Deporte: \_\_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_\_ Años de práctica \_\_\_\_ Mayor Logro \_\_\_\_\_ Años en el Nivel \_\_\_\_

Edad al Primer Logro \_\_\_\_ Edad al Logro Máximo \_\_\_\_ Otros Deportes Practicados con Éxito \_\_\_\_\_

Años \_\_\_\_ Nivel Deportivo \_\_\_\_\_ Nivel Educativo \_\_\_\_\_ Actividad Laboral \_\_\_\_\_




**HEREDOGRAMAS \_ PEDIGREE FAMILIAR**

Número de Generación:

I

II

III

**CUADRO DE CONVENCIONES**HOMBRE MUJER HOMBRE DEPORTISTA MUJER DEPORTISTA FALLECIDO (A)  **HOUSEHOLD**

OBSERVACIONES:

El presente trabajo fue aprobado por el comité de ética de la Univesidade do Porto, según el cual se respetará la CONFIDENCIALIDAD de la información suministrada.